



HAL
open science

Détermination des performances de la station traitement des graisses et des lixiviats de Bora Bora dans différentes conditions de fonctionnement

Roura Laufattes

► To cite this version:

Roura Laufattes. Détermination des performances de la station traitement des graisses et des lixiviats de Bora Bora dans différentes conditions de fonctionnement. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2018. dumas-02060979

HAL Id: dumas-02060979

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02060979v1>

Submitted on 7 Mar 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Détermination des performances de la station traitement des graisses et des lixiviats de Bora Bora dans différentes conditions de fonctionnement.

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Mastère Spécialisé
Eau Potable et Assainissement de l'ENGEES
Année 2017/2018

Stage réalisé par
Roura LAUFATTES

Au sein de la Polynésienne des eaux de Bora Bora
Encadré par Moana PUUPUU, responsable des usines

Remerciements

Je remercie la Polynésienne des Eaux de m'avoir accueilli au sein de leur structure.

Je tiens à remercier particulièrement Moana PUUPU responsable usine, Moanate LEU responsable d'exploitation, Dominique VERGNE chargé d'affaire de projet, Vincent STURNY responsable des opérations îles et tous les employés qui m'ont encadré et aidé à avancer dans ce projet.

Je tiens également à remercier le CIRSEE qui a contribué à l'avancée de ce stage en proposant des pistes de travail.

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'étude du fonctionnement de la station de traitement des graisses Bora Bora qui traite les effluents en milieu aérobie.

Elle est située en face du centre d'enfouissement technique. L'intérêt de l'avoir installé en ce lieu a été de vouloir traiter en même temps que les graisses, le lixiviat du CET.

La finalité du travail sera d'étudier les performances du procédé dans différentes conditions et de déterminer les conditions pour un fonctionnement optimal et pérenne de la station de traitement. Cette étude se fera selon deux scénarii :

- le traitement des graisses
- le traitement des graisses et des lixiviats

Un ensemble de paramètres seront mesuré au cours de l'étude pour suivre la qualité physico-chimique de l'effluent.

Abstract

The work presented in this memory talk about the study of the running of the treatment greases station of Bora Bora which treats effluents in aerobic field. This station is located in front of landfills.

The interest of bulding it in front of landfills was to treat the leachate of landfills at the same time as the greases.

The purpose of the work will be to study the performance of the process under different conditions and to determine the conditions for optimal and sustainable operation of the treatment station.

We will work on two scenarios :

- greases treatment
- greases and leachate treatment

A set of parameters will be measured during the study to follow the physico chemical quality of the effluent.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Remerciements | 3 |
| Résumé | 4 |
| Abstract | 4 |
| Liste des figures..... | 7 |
| Liste des tableaux..... | 7 |
| Liste des graphiques | 7 |
| Liste des photos | 8 |
| Introduction | 9 |
| La gestion de l'eau en Polynésie Française..... | 11 |
| 1 Présentation du site et contexte | 12 |
| 1.1 Présentation de l'entreprise..... | 12 |
| 1.1.1 La Polynésienne des eaux | 12 |
| 1.1.2 La Polynésienne des eaux à Bora Bora | 12 |
| 1.2 Contexte du stage | 14 |
| 1.3 Principe du fonctionnement du procédé | 14 |
| 1.4 Principe de dégradation des graisses..... | 15 |
| 1.4.1 Les graisses | 15 |
| 1.4.2 Principe de dégradation des graisses | 16 |
| 1.5 Descriptif de la filière | 17 |
| 1.5.1 Synoptique de la station de traitement des graisses..... | 17 |
| 1.5.2 Provenance des entrants | 17 |
| 1.5.3 Bâche de dépotage | 18 |
| 1.5.4 Hydrolyse..... | 19 |
| 1.5.5 Bâche de stockage | 19 |
| 1.5.6 Réacteur Carbofil | 20 |
| 1.5.7 Lits plantés de roseaux | 23 |
| 1.6 La station de traitement des eaux usées de Faanui..... | 25 |
| 2 Méthode de l'étude | 26 |
| 2.1 Le programme expérimental de base | 27 |
| 2.2 Adaptation du protocole | 29 |
| 2.3 Les analyses des paramètres | 30 |
| 2.4 Les contraintes..... | 30 |
| 2.4.1 La pluviométrie sur Bora Bora | 30 |
| 2.4.2 L'isolement de l'île..... | 31 |
| 2.4.3 Problèmes rencontrés durant le fonctionnement de la station | 31 |
| 3 Interprétation des résultats | 31 |
| 3.1 Caractérisation des entrants | 31 |
| 3.1.1 Les graisses hydrolysées | 32 |
| 3.1.2 Les lixiviats..... | 32 |
| 3.2 Analyse des résultats | 33 |
| 3.2.1 Le pH..... | 33 |
| 3.2.2 Conducitivité..... | 36 |
| 3.2.3 Température..... | 37 |
| 3.2.4 DCO..... | 38 |

| | | |
|--------------------------------|--|-----------|
| 3.2.5 | Matières sèches | 39 |
| 3.2.6 | La biomasse dans le réacteur Carbofil | 40 |
| 3.2.7 | Oxygène dissous | 42 |
| 3.2.8 | Les lits plantés de roseaux | 42 |
| 3.2.9 | Le rendement | 44 |
| 3.2.10 | Détermination du volume de lixiviat acceptable en station de traitement des eaux usées de Faanui | 46 |
| 3.2.11 | Influence des effluents graisses et lixiviats traités sur la steu de Faanui | 46 |
| 3.3 | Modifications apportées au procédé durant l'étude | 48 |
| 3.3.1 | Les vannes des lits plantés de roseaux | 48 |
| 3.3.2 | Clarificateur bypassé | 48 |
| 3.3.3 | Pistes de travail..... | 49 |
| Conclusion..... | | 50 |
| Bibliographie..... | | 52 |
| Liste des annexes | | 53 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Carte de Bora Bora et ses différents sites..... | 13 |
| Figure 2: Composition des triglycérides..... | 15 |
| Figure 3 : Principe de dégradation des graisses..... | 16 |
| Figure 4: Carte des hotels de Bora Bora(cartre extrait du site Bora Bora photo)..... | 18 |
| Figure 5: Les quatres éléments principaux du Carbofil (schéma extrait de la note technique du Carbofil)..... | 20 |
| Figure 6: Principe de fonctionnement du réacteur Carbofil (schéma extrait de la note technique du Carbofil)..... | 21 |
| Figure 7: Principe d'oxygénation du réacteur Carbofil (schéma extrait de la note technique du Carbofil)..... | 22 |
| Figure 8: Schéma de principe du rhizocompostage (schema extrait de la doctrine rhizocompostage)..... | 24 |
| Figure 9: Diagramme représentant les deux situations de fonctionnement de la station de traitement des graisses..... | 26 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Caractéristiques du réacteur Carbofil..... | 22 |
| Tableau 2: Caractéristiques de la station de traitement des eaux usées de Faanui..... | 25 |
| Tableau 4: Utilisation des lits plantés de Roseaux..... | 29 |
| Tableau 8: Valeurs moyennes des caractéristiques principales des graisses hydrolysées..... | 32 |
| Tableau 9: Valeurs moyennes des caractéristiques principales des paramètres du lixiviat..... | 33 |
| Tableau 10:Caractéristiques principaux des lixiviat selon l'âge des déchets..... | 33 |

Liste des graphiques

| | |
|--|----|
| Graphique 1: Synoptique de la station des graisses et des lixiviat..... | 17 |
| Graphique 2: Montée en charge préconisée de l'alimentation du Carbofil en graisses et lixiviat..... | 27 |
| Graphique 3: Pluviométrie sur Bora Bora de l'année 2017 et 2018..... | 30 |
| Graphique 4: Evolution du pH dans le Carbofil au cours du temps lors de la phase d'injection de graisses..... | 34 |
| Graphique 5: Evolution du pH dans le Carbofil au cours du temps lors de la phase d'injection de graisses et de lixiviat..... | 35 |

| | |
|---|----|
| Graphique 6: Représentation de la conductivité des graisses, des lixiviats et de la liqueur mixte au sein du carbofil sur la durée de l'étude | 36 |
| Graphique 7: Evolution de la temperature dans le réacteur Carbofil..... | 37 |
| Graphique 8: Evolution de la DCO dans le réacteur Carbofil | 38 |
| Graphique 9: Evolution de la matière sèche en fonction des volumes de graisses et de lixiviat injectés | 39 |
| Graphique 10: Evolution du taux d'oxygène dissous dans le Carbofil..... | 42 |
| Graphique 11: Evolution du potentiel redox en sortie des lits plantés de Roseaux..... | 43 |
| Graphique 12: Comparaison de la conductivité dans le Carbofil et en sortie des lits plantés de roseaux | 43 |
| Graphique 13: Rendement sur l'abattement de la DCO en g/L de la station de traitement des graisses et des lixiviats..... | 45 |

Liste des photos

| | |
|---|----|
| Photo 1: Moussage au niveau de l'épaississeur des boues (photo de gauche) et du réacteur Carbofil (photo de droite)..... | 14 |
| Photo 2: Bâche de dépotage..... | 19 |
| Photo 3: La cuve de gauche est la bâche de stockage et la cuve de droite est la bâche d'hydrolyse | 20 |
| Photo 4: Réacteur Carbofil de Bora Bora | 23 |
| Photo 5: Aperçu des trois lits plantés de roseaux de la station de traitement des graisses de BoraBora. Le lit du centre a été vidé. | 24 |
| Photo 6: Décantation des boues du Carbofil lors de la phase d'injection de graisses uniquement | 40 |
| Photo 7: Décantation des boues du Carbofil lors de la phase d'injection de lixiviat et de graisses | 41 |
| Photo 8: Eaux en sortie des lits plantés de roseaux | 44 |
| Photo 9: Boue en surface du clarificateur de la station de traitement des eaux usées de Faanui | 47 |
| Photo 10: Clarificateur bypassé par la conduite PVC qui débouche directement sur le lit planté de..... | 48 |

Introduction

Depuis 2002, les graisses ne sont plus considérées comme des déchets ultimes et ne peuvent plus être mises en centre d'enfouissement technique.

Plusieurs solutions ont été développées dans le but de traiter ces déchets. C'est le traitement biologique des graisses en milieu aérobie qui se démarque des autres procédés par ses performances d'abattement très intéressantes.

Ce mémoire présente l'étude de la station de traitement qui traite les graisses et les lixiviats du centre d'enfouissement technique de Bora Bora, île située en Polynésie Française. Elle fait suite au stage de fin d'étude du mastère Eau Potable et Assainissement de l'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg.

Créée en 2011 et exploitée en 2013 par la Polynésienne de Eaux (filiale de Suez), la station a été construite dans l'objectif de prétraiter les graisses des différents restaurants de l'île avant leur acheminement en station de traitement des eaux usées. Par la suite il a été question de traiter en même temps que les graisses les lixiviats du centre d'enfouissement technique situé en face de la station.

En juin 2013, un audit a été réalisé par les équipes locales sur le traitement des graisses et des lixiviats. Il a permis de relever l'ensemble des problématiques liées au procédé. De nombreuses modifications ont été réalisées sur l'installation durant l'année suivante.

Faute d'une étude préalable sur la traitabilité biologique des lixiviats et d'une bonne connaissance des limites capacitaires de l'installation, des difficultés à obtenir un fonctionnement stable du Carbofil alimenté en graisses et lixiviats persistent encore.

Cette méconnaissance se traduit par :

- un moussage fréquent du Carbofil qui provoque des débordements et le désamorçage du système de brassage ;
- des débordements au niveau du clarificateur ;
- une exploitation des lits plantés de roseaux (LPR) non optimale ;
- une absence de maîtrise de la qualité de l'effluent envoyé vers la station de traitement des eaux usées de Faanui.

L'objectif de l'étude sera d'analyser les performances du procédé dans différentes conditions de fonctionnement en suivant l'évolution des principaux paramètres des effluents à traiter et de déterminer les conditions nécessaires à un fonctionnement optimal de la station.

Le document sera scindé en trois axes. Le premier présentera la société La Polynésienne des eaux et la station de traitement des graisses et des lixiviats et le contexte. Le deuxième axe exposera la méthode utilisée au cours de l'étude avant de terminer par le troisième axe dans

lequel seront interprétés les résultats obtenus ainsi que les pistes de travail qui permettront d'en savoir plus sur le procédé .

La gestion de l'eau en Polynésie Française

Depuis 1974 la gestion de l'adduction et de la distribution est de compétence communale.

La Polynésie Française est composée deux types d'îles :

- les montagneuses
- les atolls (îles coralliennes basses)

Dans les îles montagneuses, l'exploitation des ressources se fait par captage de rivières et par forage. Seules dix communes dont celles de Bora Bora et Papeete (capital de la Polynésie Française) disposent aujourd'hui d'une distribution en eau potable.

Sur les atolls, la source d'eau principale est essentiellement fournie par les eaux de pluies, stockées dans des citernes, et les lentilles d'eau sommates.

Concernant les eaux usées, elles sont principalement traitées par un assainissement individuel (fosse septique). Seules les communes de Bora Bora et de Punaauia (commune de Tahiti) disposent d'un réseaux d'assainissement collectif.

Cette absence de réseaux d'assainissement collectif influence la qualité des eaux de baignade, un des facteurs essentiels au tourisme, et devient également une question essentielle étant donné la croissance de la population.

Ce n'est que récemment que la notion d'assainissement a pris son importance auprès des Polynésiens. Le Code Général des Collectivités Territoriales impose une mise en conformité concernant l'eau potable jusqu'à 2024 et l'assainissement jusqu'à 2020. Des projets d'assainissement et d'eau potable émergeront de plus en plus dans les mois à venir.

1 Présentation du site et contexte

1.1 Présentation de l'entreprise

1.1.1 La Polynésienne des eaux

En 1992, le conseil municipal de Papeete a décidé de privatiser son service des eaux en laissant la Lyonnaise des Eaux Dumez (devenue Suez) le gérer. Celle-ci a créé une filiale : La Polynésienne des Eaux.

Aujourd'hui, cette dernière s'occupe de la gestion des eaux pour une grande partie de la Polynésie Française :

- Tahiti (Papeete, Pirae, Faa'a, Punaauia...)
- Moorea
- Bora Bora

Quelques chiffres :

- 110000 personnes alimentées en eau potable
- 25000 personnes reliées aux réseaux d'assainissement
- 310 km de réseau d'eau
- 67 sites de captage d'eau
- 27 sites de stockage d'eau
- 52 stations de traitement des eaux usées
- 152 sites de télésurveillance en eau et assainissement par supervision informatique

1.1.2 La Polynésienne des eaux à Bora Bora

Avec sa population de 10600 habitants (INSEE) et ses 42000 touristes annuel, Bora Bora possède le plus important parc d'équipements et avancées technologiques en terme de réseaux et traitement d'eau en Polynésie Française. L'agence de La Polynésienne des eaux située dans la commune de Povai est composée d'une trentaine d'agents et se divise en quatre services distincts :

- Service réseaux
 - s'occupe de tout ce qui est intervention sur les réseaux d'eau potable et d'assainissement
- Service usine
 - s'occupe du fonctionnement et maintenance des usines de traitement de l'eau et des forages
- Service prestation
 - intervient pour des services auprès des hôtels et restaurants

- Service administratif et clientèle
 - s'occupe des inscriptions des nouveaux adhérents, des règlements de factures et autres démarches administratives.

Quelques chiffres :

- 2 stations de traitement des eaux usées : Povai (1500 m³/j) et Faanui (1000 m³/j)
- 1 station de traitement des graisses et lixiviat (10,4 m³/j)
- 2 osmoseurs
- 1 unité d'ultrafiltration
- 18 forages
- 70 postes de relevage
- 87 km de réseaux d'assainissement sous pression
- 69 km réseaux d'eau potable
- plus de 2700 abonnés

Notre étude se portera sur la station de traitement des graisses située à Anau en face du centre d'enfouissement technique de type 2 (figure 1).

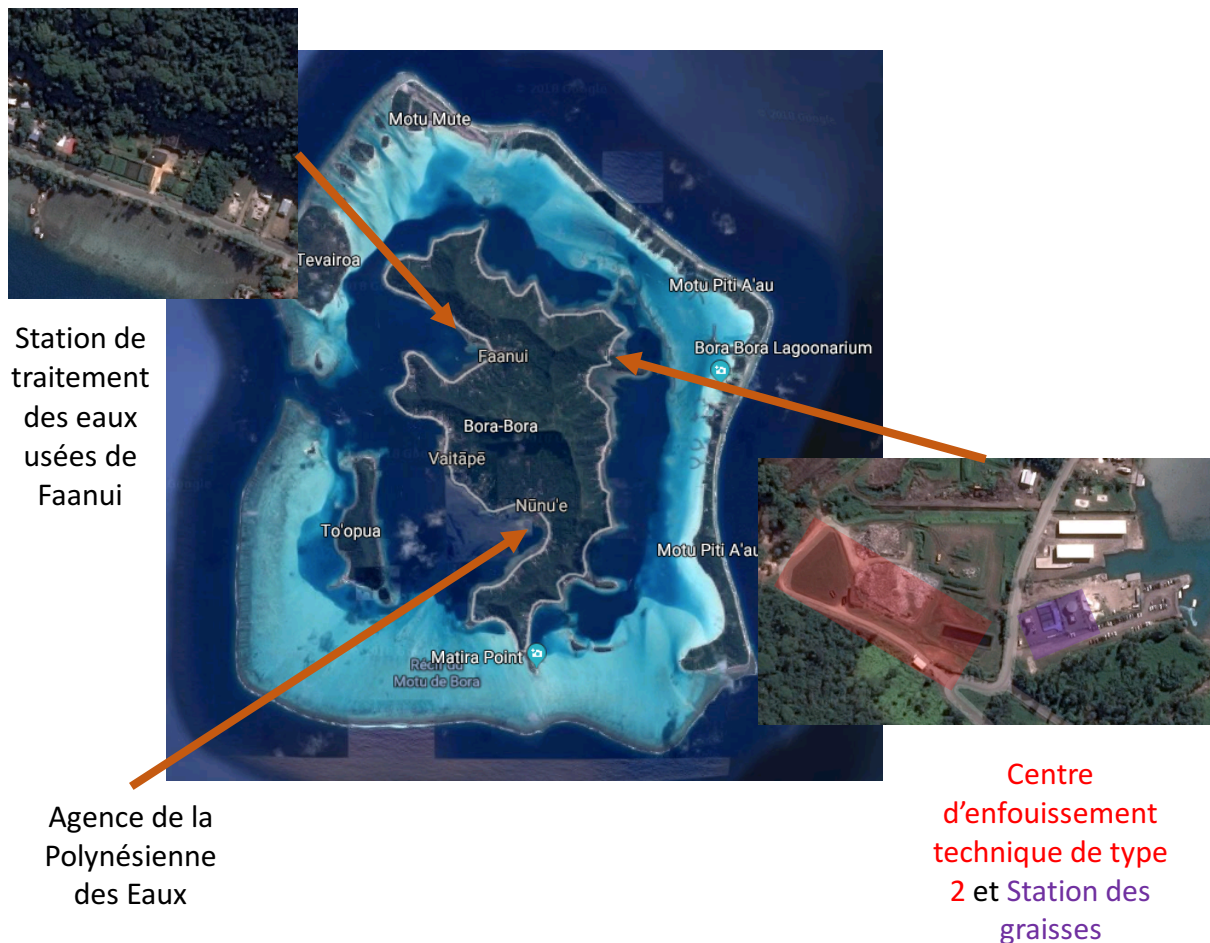


Figure 1: Carte de Bora Bora et ses différents sites

1.2 Contexte du stage

Depuis la construction de l'usine en 2011, les effluents ont été traités de manière ponctuelle, car le fonctionnement de la station qui traite les graisses et les lixiviats est instable :

- moussage fréquent du Carbofil qui provoque des débordements et le désamorçage du système de brassage ;
- débordements au niveau du clarificateur ;
- exploitation des lits plantés de roseaux (LPR) non optimisée.



Photo 1: Moussage au niveau de l'épaississeur des boues (photo de gauche) et du réacteur Carbofil (photo de droite)

L'objectif du stage est d'étudier les performances de la station de traitement dans différentes conditions de fonctionnement et d'en ressortir des points d'améliorations pour un fonctionnement stable. C'est au sein du service usine que se déroule le stage.

1.3 Principe du fonctionnement du procédé

Le but premier de la station des graisses de Bora Bora est de traiter les graisses provenant des différents complexes hôteliers et des restaurants. Dans l'objectif d'innover en matière de traitement, une deuxième fonction lui a été attribuée, traiter les lixiviats du CET en même temps que les graisses. Cependant, le fonctionnement de ce procédé reste instable.

1.4 Principe de dégradation des graisses.

1.4.1 Les graisses

1.4.1.1 Les lipides

Les graisses, appelés aussi lipides, sont des esters, principalement des triglycérides (CANLER J.P, 2001), composés d'alcool et d'acide gras à plus ou moins longue chaîne (figure 2). Ces molécules présentent un fort caractère hydrophobe. C'est par l'étape d'hydrolyse que les graisses pourront être plus miscible et plus facilement biodégradable.

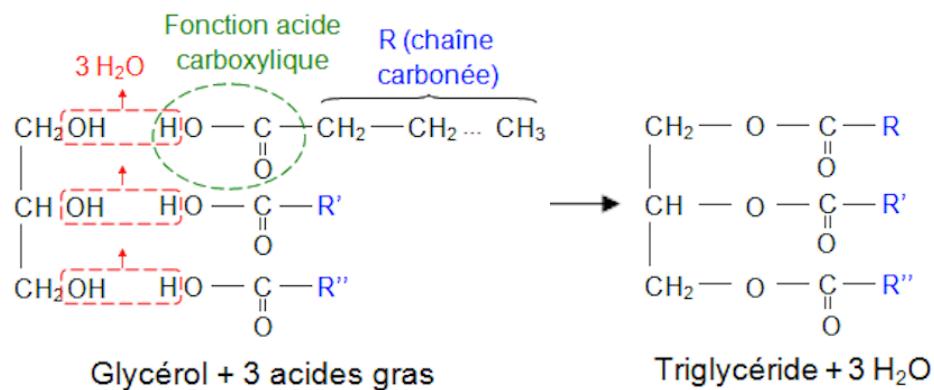


Figure 2: Composition des triglycérides

1.4.1.2 Les acides gras

Les acides gras sont des molécules amphiphiles (possèdent à la fois un groupement hydrophobe et un groupement hydrophile). Ils sont composés d'une chaîne hydrocarbonée d'un côté (-CH_x), représentant la partie hydrophobe et d'un groupement carboxyle de l'autre (-COOH), représentant la partie hydrophile.

Les acides gras se distinguent par la longueur de leurs chaînes carbonées et des doubles liaisons entre les atomes de carbone. La présence de doubles liaisons facilite la réduction des molécules de sorte à être plus facilement assimilable par la biomasse.

Plus la longueur de la chaîne carbonée est longue, plus l'acide gras sera stable. Dans ce cas, le caractère hydrophobe de l'acide gras sera plus important par rapport au groupe hydrophile.

1.4.2 Principe de dégradation des graisses

Le procédé est fondé sur une dégradation biologique des graisses qui s'effectue en deux étapes :

1. L'hydrolyse biologique des graisses qui conduit les triglycérides à la formation des acides gras et des glycérols. Cette première étape se fait en milieu anaérobie avec des bactéries.
2. L'oxydation des acides gras et des glycérols qui conduit à la formation de dioxyde de carbone, d'eau et de biomasse.

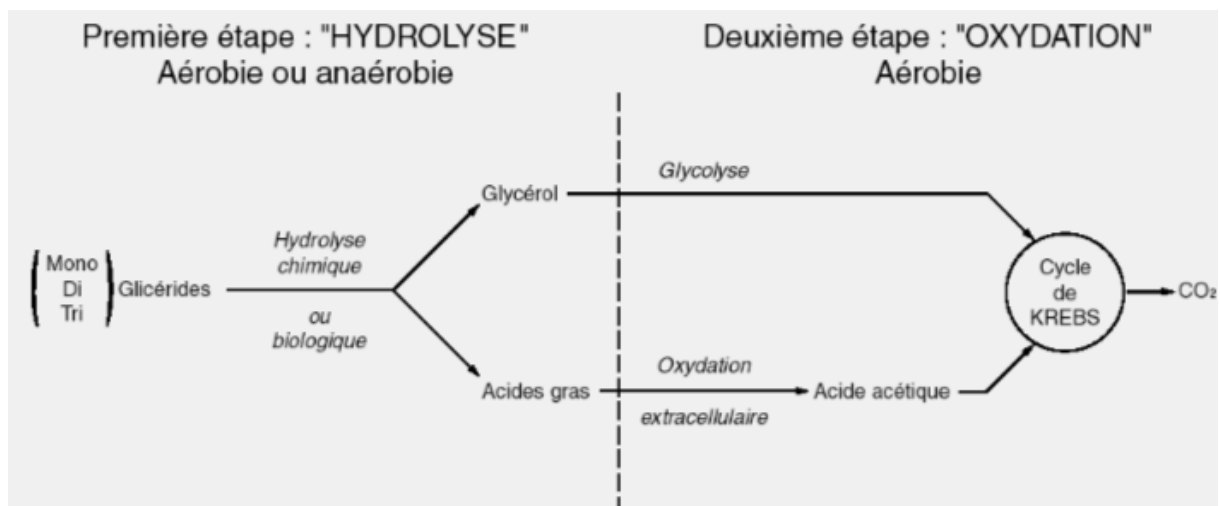


Figure 3 : Principe de dégradation des graisses

L'étape d'oxydation est déterminante pour les performances du traitement et de l'abattement de la DCO. En effet, les graisses sont des résidus très hétérogènes, et l'efficacité du traitement biologique dépend avant tout des performances du système de brassage et d'oxygénation (disponibilité du substrat et de l'oxygène pour les bactéries).

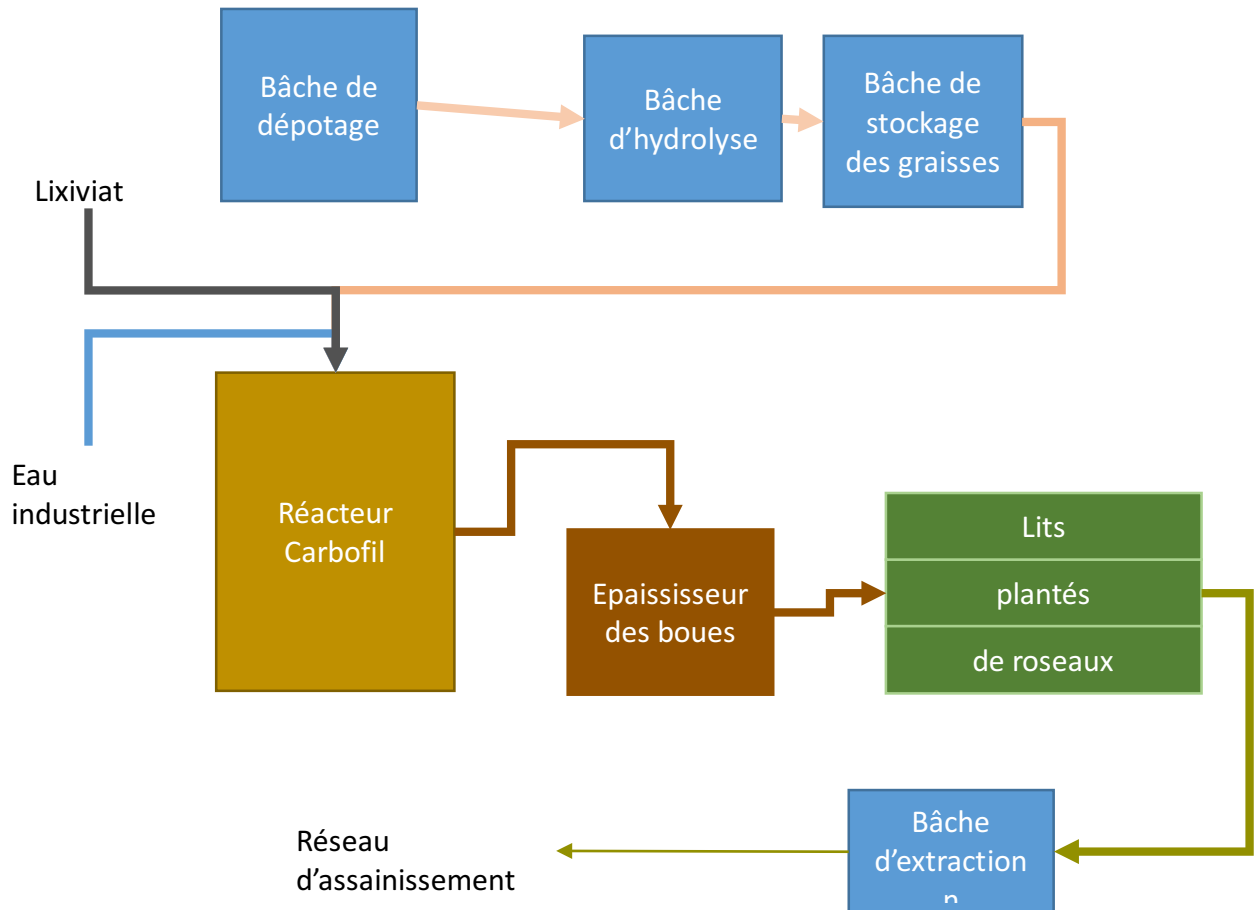
Cette étape d'oxydation se fera à l'aide d'un équipement d'aération et de brassage développé par la société Carbofil.

La filière de traitement se déclinera comme suit :

- Hydrolyse des graisses en bêche de stockage de déchets graisseux
- Oxydation des effluents par le réacteur Carbofil
- Traitement par lits plantés de roseaux.

1.5 Descriptif de la filière

1.5.1 Synoptique de la station de traitement des graisses



Graphique 1: Synoptique de la station des graisses et des lixiviats

Le synoptique est détaillé en Annexe1.

1.5.2 Provenance des entrants

1.5.2.1 Les graisses

Les graisses à traiter proviennent essentiellement des complexes hôteliers (en point rouge sur la figure 3) et des restaurants présents sur Bora Bora. Elles sont acheminées vers la station de traitement dans des cubis d'un mètre cube par voie maritime pour les hôtels situés sur les îlots ou plus communément appelés « motu » en Polynésie et par pompage d'hydraulique pour les structures accessibles sur l'île principale.



Figure 4: Carte des hotels de Bora Bora(carte extrait du site Bora Bora photo)

1.5.2.2 Les lixiviats

Les lixiviats proviennent de deux baches de stockage situés dans l'enceinte du centre d'enfouissement technique qui réceptionnent les effluents des différents casiers. La capacité de stockage de la première bache est de 200 m³ et de 800 m³ pour la deuxième. Le lixiviat est ensuite envoyé en station de traitement des graisses par pompage.

1.5.2.3 L'eau industrielle

L'eau industrielle a pour rôle d'apporter le volume nécessaire pour éviter le désamorçage dans le réacteur Carbofil. C'est une eau qui traitée par traitement secondaire en station de traitement des eaux usées et par ultrafiltration et possède les mêmes caractéristiques que les eaux de baignade. Elle est stockée dans une bache d'eau de 500 m³ avant d'être utilisée en station de traitement des graisses.

1.5.3 Bache de dépotage

Les graisses situées dans les cubis sont dépotées par pompage, vers une bache de stockage de 14m³ appelée bache de dépotage et sont mélangées de manière constante et continue à l'aide d'un agitateur. Ce mélange permet dans un premier temps d'homogénéiser les graisses.



Photo 2: Bâche de dépotage

1.5.4 Hydrolyse

Les graisses sont ensuite envoyées à l'aide d'une pompe dilacératrice (permet de limiter les problèmes de filasses) vers une cuve de 7,5m³ (photo 3) et sont homogénéisées par un agitateur en constante rotation. L'installation devant accueillir des graisses pendant toute la semaine, la cuve d'hydrolyse aura également un rôle de bassin tampon. C'est dans cette dernière que se passe la première étape, celle de l'hydrolyse en milieu anaérobie.

L'hydrolyse facilite la reprise et le pompage des graisses en les rendant plus liquides et plus miscible à l'eau.

La réaction d'hydrolyse est acidifiante. Une injection de bicarbonate de soude peut être nécessaire dans ce bassin afin de maintenir le pH à une valeur proche de la neutralité.

En fonction de la qualité des graisses, un apport de nutriments sous forme azotée et phosphorée peut être éventuellement nécessaire pour garder un ratio optimal pour la biomasse en carbone, azote, phosphore de 100/2,6/1 (CANLER J. P, 2001). Dans ce cas, des ajouts en azote et phosphore sont faits sous forme d'urée et d'engrais. Ces injections sont manuelles.

La cuve a été couverte afin d'éviter des dégagements d'odeurs dû au graisses en phase anaérobie.

1.5.5 Bâche de stockage

Une fois les graisses hydrolysées, elles sont envoyées vers une troisième bâche de 7,5m³ avant injection dans le carbofil.

Cette cuve (photo 3) avait pour rôle premier de bassin tampon pour le pH. C'était la cuve où était mélangés les graisses et le lixiviat. Cependant des modifications ont été faites entre temps. Aujourd'hui, seul les graisses transitent par cette cuve. Le lixiviat est injecté directement dans le réacteur Carbofil.



Photo 3: La cuve de gauche est la bâche de stockage et la cuve de droite est la bâche d'hydrolyse

1.5.6 Réacteur Carbofil

Réacteur d'oxydation

Le principe de fonctionnement du réacteur CARBOFIL repose sur un pompage continu de la liqueur mixte. La structure du réacteur est extrêmement simple et se compose de quatre éléments principaux (figure 5).

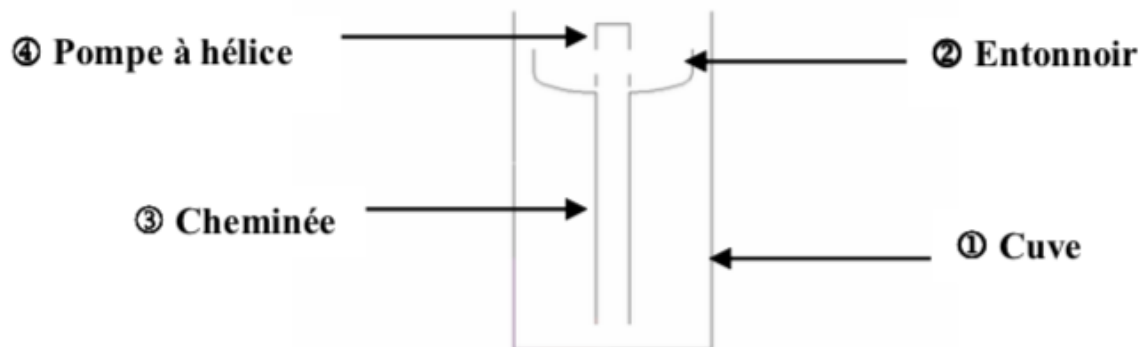


Figure 5: Les quatre éléments principaux du Carbofil (schéma extrait de la note technique du Carbofil)

C'est dans la cuve (1) que l'effluent est traité. L'entonnoir (2) a pour fonction de concentrer l'écoulement de l'effluent vers la cheminée (3). La pompe à hélice (4), entraînée par un motoréducteur, crée, quant à elle, le mouvement de pompage du fluide.

La figure 6 représente le schéma hydraulique du réacteur. L'effluent situé à l'entrée de l'entonnoir est aspiré par l'hélice (1). Une dépression se crée au-dessus d'elle et le liquide est refoulé vers le bas de la cuve au travers de la cheminée (2).

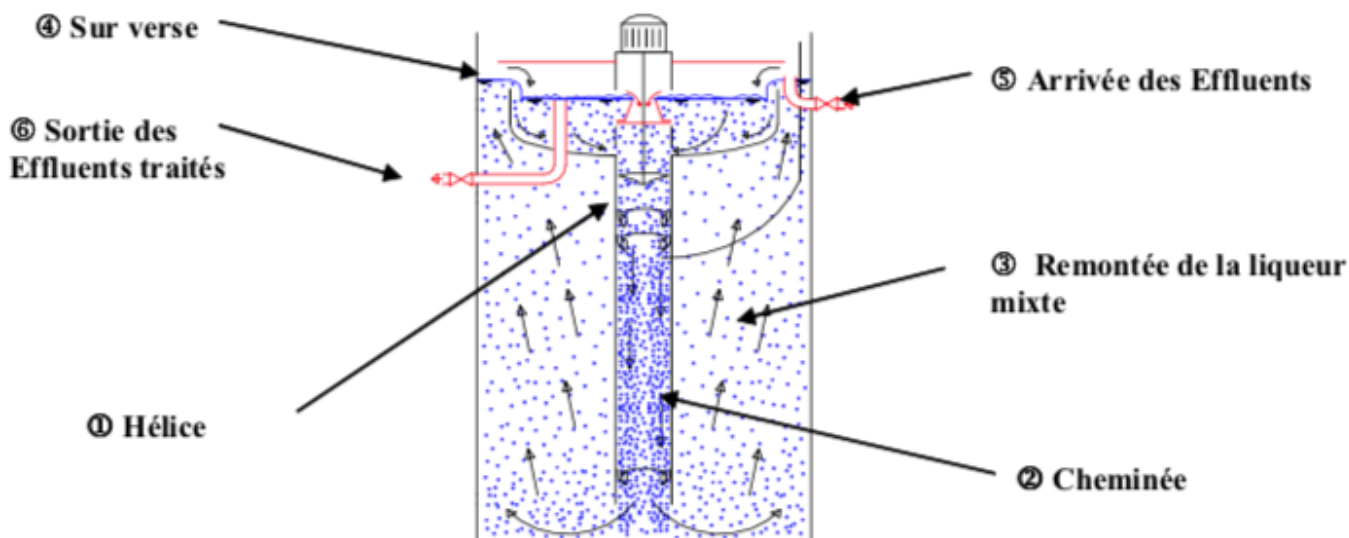


Figure 6: Principe de fonctionnement du réacteur Carbofil (schéma extrait de la note technique du Carbofil)

La cheminée débouche dans le fond de la cuve où elle amène l'effluent et l'air piégé par la chute d'eau de l'entonnoir. Après avoir parcouru la cheminée, ces derniers remontent (3) alors à la surface, dans la zone de contact avec l'air et alimentent l'entonnoir par surverse (4). C'est un fonctionnement qui permet d'assurer un excellent un bon brassage de l'effluent et de l'air.

Une fois traité, l'effluent est extrait (6) et compensé par l'injection (5) de volume du nouvel effluent à traiter en petite quantité et de manière régulière. Ainsi le milieu dans lequel les bactéries évoluent reste homogène.

La figure 7 montre que le transfert de l'oxygène au liquide est caractérisé par :

- L'apport d'air. La chute d'eau au niveau de l'entonnoir (1) permet de capturer 100% de l'air nécessaire à la biodégradation du déchet. Ce ratio a été déterminé dans la par rapport aux caractéristiques d'oxygénation du motoréducteur et de la quantité de DCO entrante
- L'affinage des bulles. Des obstacles statiques (3) sont dressés dans le corps de cheminée sur le trajet du mélange air/liquide. Ces obstacles provoquent des turbulences qui ont pour effet de diviser les bulles d'air en un nombre important de bulles de taille très fine.
- La mise en pression se fait grâce au flux hydraulique dans la cuve qui entraîne les bulles d'air vers le fond de la cuve, là où la pression est maximale et le transfert du gaz vers le liquide optimal (4).

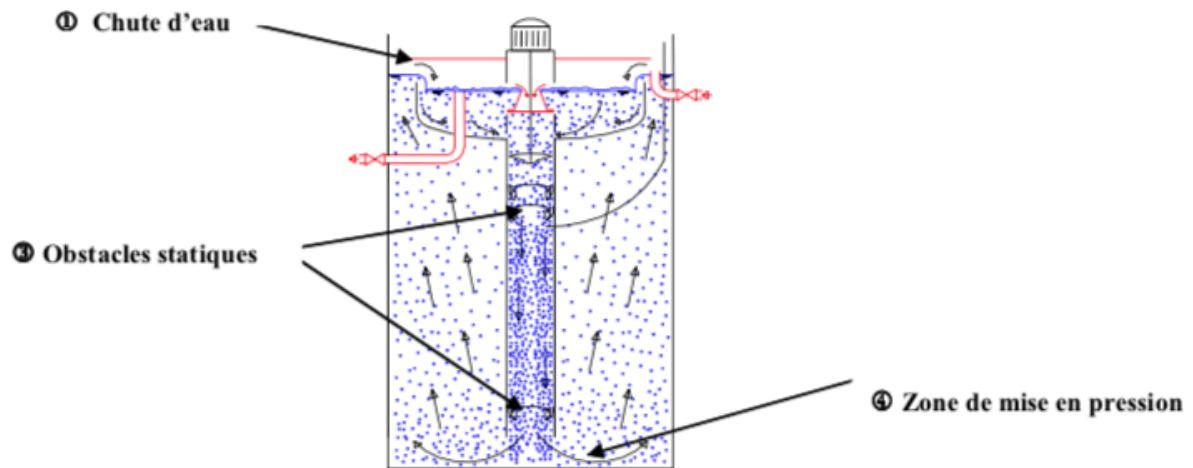


Figure 7: Principe d'oxygénation du réacteur Carbofil (schéma extrait de la note technique du Carbofil)

Ce dispositif permet de capter l'air (et donc l'oxygène) en surface et de l'entraîner vers le fond de la cuve où le transfert du gaz au liquide est optimum (loi de Henry) avec une consommation énergétique très faible. Il permet également de plonger en permanence les graisses dans la liqueur mixte, ce qui permet une maîtrise de la mousse ainsi qu'une disponibilité totale des graisses à l'ensemble de la biomasse présente dans le réacteur.

Les réactions d'oxydation sont exothermiques. La température de la liqueur mixte est d'environ 20 à 35°C (température basée sur les réacteur Carbofil utilisés par d'autres sociétés). L'activité des bactéries se trouve ainsi renforcée et le rendement de dégradation des graisses accru.

| Volume de Carbofil | Hauteur cheminée | de diamètre cheminée | de |
|--------------------|------------------|----------------------|----|
| 32 m ³ | 5,5m | 500 mm | |

Tableau 1: Caractéristiques du réacteur Carbofil

Le tableau 1 répertorie les caractéristiques du réacteur Carbofil.



Photo 4: Réacteur Carbofil de Bora Bora

1.5.7 Lits plantés de roseaux

Le principe de procédé du rhizocompostage est présenté en figure 8. Le lit de séchage est composé d'un massif de plusieurs couches de sable de granulométrie différentes. Ce massif est parcouru en son centre d'un drain qui permet de récupérer les percolats qui seront refoulés vers une bêche de refoulement. Des roseaux de types phragmites sont alors plantés afin de créer un réseau de drainage à l'aide de leurs racines (rhizomes). Les boues extraites du réacteur du Carbofil sont directement épandues en surface. Les rhizomes vont structurer la boue en cours de séchage et permettent une stabilisation de ces dernières par aération du milieu.

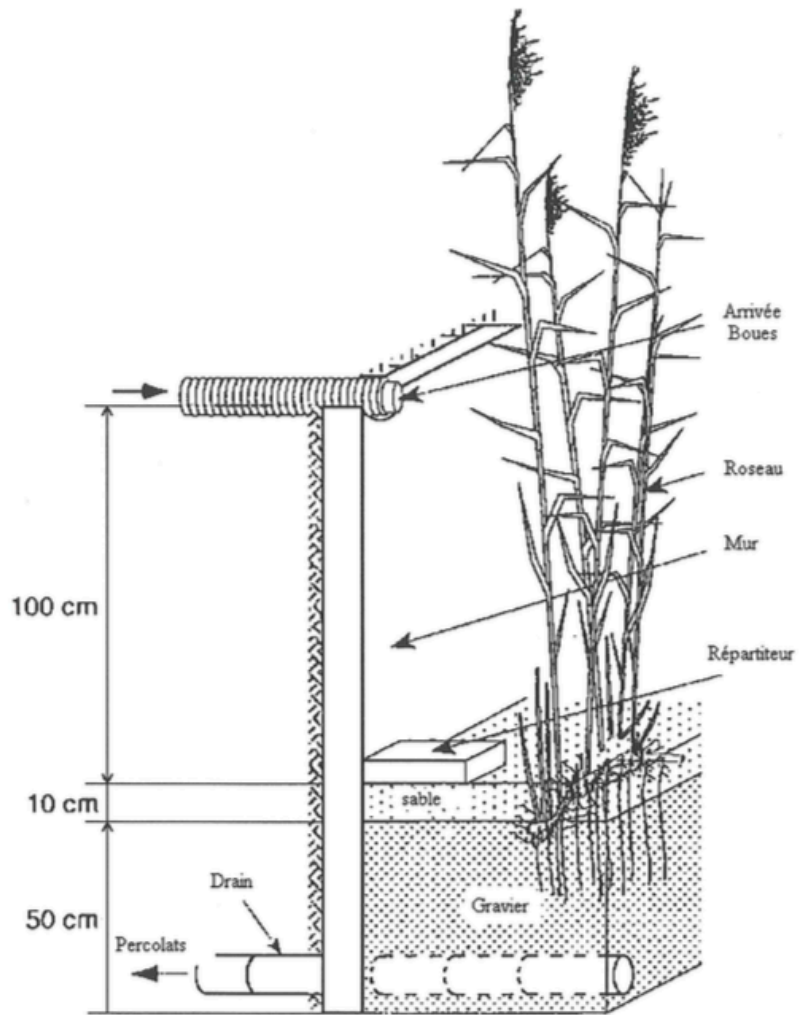


Figure 8: Schéma de principe du rhizocompostage (schema extrait de la doctrine rhizocompostage)



Photo 5: Aperçu des trois lits plantés de roseaux de la station de traitement des graisses de BoraBora. Le lit du centre a été vidé.

Trois lits plantés de roseaux (photo 5) ont été construits, d'une surface unitaire de 72 m² (6 m de largeur pour 12 m de longueur). C'est à travers ces lits que l'effluent extrait du Carbofil sera filtré avant d'être récupéré au poste d'extraction.

Le poste d'extraction sera la dernière étape de passage des effluents traités avant leur acheminement en station de Faanui.

1.6 La station de traitement des eaux usées de Faanui

Une fois les effluents traités et envoyés dans le poste d'extraction, ils sont refoulés dans le réseaux d'assainissement sous pression en direction de la station de traitement des eaux usées de Faanui. Cette station est située dans la commune de Faanui et sera la dernière étape de traitement avant le rejet en milieu naturel. L'évaluation du volume de l'effluent traité par la station des graisses acceptable sur Faanui sera explicité un peu plus loin dans le document.

Le tableau 2 décrit les caractéristiques de la station de traitement des eaux usées de Faanui.

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Capacité de traitement | 1000 m ³ /j |
| Débit d'alimentation | 100 m ³ /h |
| Bassin d'aération | 2 |
| Volume des bassins d'aérations | 450 m ³ |
| Puit de recirculation des boues | 1 |
| Clarificateur | 1 |
| Volume du clarificateur | 265 m ³ |
| Traitement des boues | par rhizocompostage |
| Surface des lits | 1224 m ² |

Tableau 2: Caractéristiques de la station de traitement des eaux usées de Faanui

La phase de nitrification et dénitrification se fait dans un même bassin, c'est une station qui fonctionne par syncopage.

2 Méthode de l'étude

L'étude s'est portée sur deux situations de fonctionnement de la station des graisses (figure 9) :

- la station qui ne traite que les graisses, il faudra donc déterminer la quantité de lixiviat que peut accepter la station de traitement des eaux usées de Faanui,
- la station traite les graisses et les lixiviats en même temps

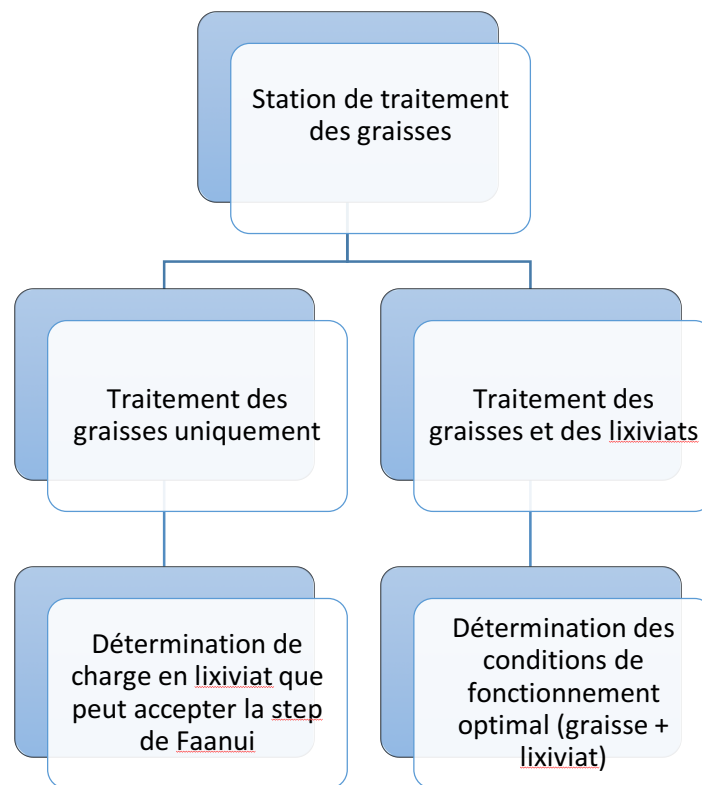


Figure 9: Diagramme représentant les deux situations de fonctionnement de la station de traitement des graisses

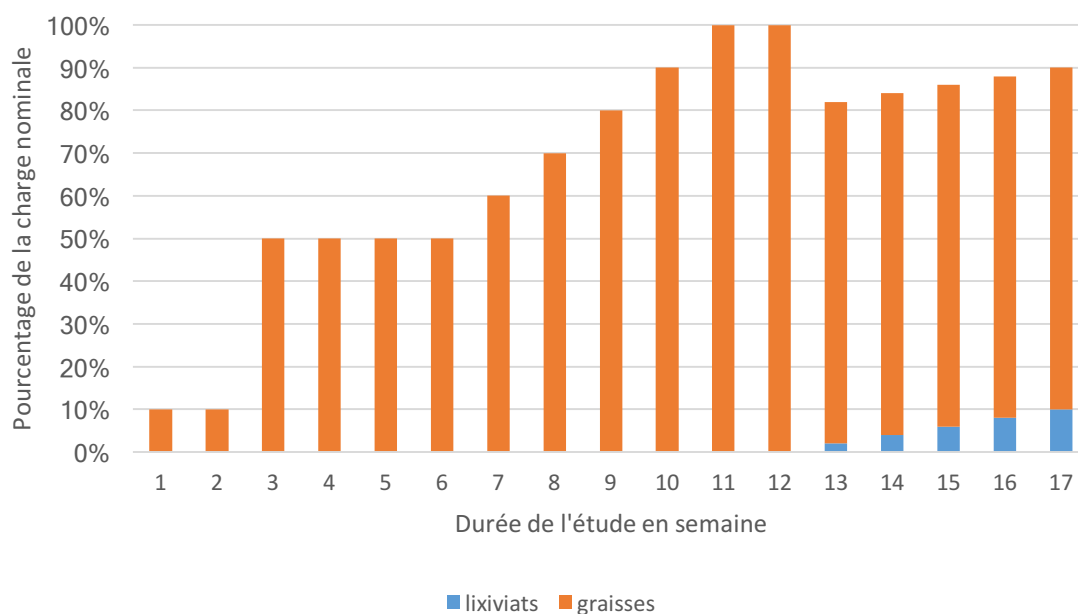
Le CIRSEE, sollicité par la Polynésienne des Eaux, a établi un protocole pour le suivi de la station ainsi qu'un programme d'essais visant à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les conditions optimales de fonctionnement de la station ?
- Quel est le suivi à mettre en place pour assurer sa pérennité ?

2.1 Le programme expérimental de base

C'est sur la charge des effluents que ce programme expérimental établi par le CIRSEE est basé.

Il a été préconisé d'analyser les graisses et les lixiviats de manière exhaustive.



Graphique 2: Montée en charge préconisée de l'alimentation du Carbofil en graisses et lixiviats

Le réacteur Carbofil est dimensionné de sorte à pouvoir traiter une charge de 160kg de DCO/j. Le protocole expérimental se compose de plusieurs étapes (graphique2) :

➤ Le procédé :

1. Ensemencer le réacteur Carbofil avec des graisses pendant deux semaines à hauteur de 10% de la charge (soit 16kg de DCO/j).
2. Au bout de deux semaines, les graisses envoyées doivent atteindre une charge de 50% soit 80kg/j pendant au moins un temps de séjour d'un mois environ. Un suivi du rendement doit être fait dans l'objectif de vérifier que le rendement de dégradation de la DCO s'améliore ou se stabilise.
3. Une fois le mois passé, la charge envoyée sera augmentée de 10% chaque semaine et ceci pendant 5 semaines jusqu'à atteindre la charge nominale de DCO que peut traiter la station. Une vérification du rendement de la DCO sera faite tout au long de cette montée en charge.

La montée en charge devra être arrêté lorsque :

- Le réacteur mousse ;
- Ou le rendement d'élimination de la DCO diminue de plus de 10% pendant 2 semaines consécutives à la même charge ;
- Ou la charge de dimensionnement (160 kg DCO/j) est atteinte ;

Alors, la dernière valeur de la charge appliquée pour laquelle le fonctionnement du réacteur était stable est considérée comme la charge maximale admissible.

À l'issue de cette première phase :

4. 80% de la charge maximale admissible devra alimenter le Carbofil pendant au moins 1 semaine.
5. Du lixiviat alimentera ensuite la Carbofil à hauteur de 2% de la charge maximale en DCO chaque semaine et ceci pendant les 5 semaines qui suivent. Ces 2% ne devront pas excéder les $1\text{m}^3/\text{j}$.

La montée en charge devra être arrêté lorsque :

- Le réacteur mousse ;
- Ou le rendement d'élimination de la DCO diminue de plus de 10% pendant 2 semaines consécutives à la même charge ;
- Ou la charge apportée par le lixiviat atteint 10% de la charge maximale admissible.

- Les Lits Plantés de Roseaux :

Trois lits plantés de roseaux ont été construits sur site, d'une surface unitaire de 72 m^2 (6 m de largeur pour 12 m de longueur).

Ces ouvrages ont deux objectifs à remplir :

- clarifier les eaux issues du Carbofil ;
- déshydrater les boues.

En Polynésie Française, la charge massique à respecter est de $250\text{ MeS}/\text{m}^2.\text{j}$ et la charge hydraulique est de $1\text{ m}^3/\text{m}^2.\text{j}$.

Les lits devront donc respecter ces limites.

Pour favoriser l'infiltration et la répartition des boues dans le lit, la lame d'eau doit être comprise entre 10 et 30 centimètres par bâchée soit, un volume de bâchée de $7,2\text{ m}^3$.

Pendant la phase de montée en charge du Carbofil (jusqu'à la semaine 17), le volume de graisse et lixiviat injecté dans le Carbofil ne permettra pas d'atteindre le volume requis pour une bâchée optimale. Il sera nécessaire de compléter l'extraction de liqueur du Carbofil avec de l'eau industrielle pour assurer cette bâchée.

Au regard des volumes entrant envisagés dans le Carbofil à terme (inférieur à $10\text{ m}^3/\text{j}$), il ne sera effectué qu'une seule bâchée par jour sur le lit de roseau en fonctionnement.

Proposition de fonctionnement en alternance alimentation/repos des lits de roseaux

Le tableau ci-dessous propose un type de fonctionnement des lits à mettre en place sur la station de traitement.

| Semaine | Lit n°1 | Lit n°2 | Lit n°3 |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | Alimentation | Repos | Repos |
| 2 | Repos | Alimentation | Repos |
| 3 | Repos | Repos | Alimentation |
| 4 | Alimentation | Repos | Repos |
| 5 | Repos | Alimentation | Repos |
| 6 | Repos | Repos | Alimentation |
| 7 | Alimentation | Repos | Repos |
| 8 | Repos | Alimentation | Repos |

Tableau 3: Utilisation des lits plantés de Roseaux

2.2 Adaptation du protocole

Le protocole a été basé sur la charge que peut traiter la station de traitement des graisses soit 160kg de DCO/j au maximum.

Les analyses des données des années précédentes et des résultats obtenus au cours de l'étude, nous montre que la concentration en DCO des graisses peut atteindre 166g DCO/L. A partir de ce résultat, on peut déterminer le volume en graisses que devrait recevoir le réacteur Carbofil si l'on veut atteindre les 160kg de DCO/j, soit $0,96 \text{ m}^3/\text{j}$ pour une concentration maximale en graisse de 166g DCO/L.

Or, d'après la protocole d'exploitation du traitement des graisses, le volume maximum acceptable en graisses est de $0,43 \text{ m}^3/\text{j}$. Ce volume a été déterminé en fonction de la charge en DCO par jour que les graisses et les lixiviats pouvaient apporter pour une charge de traitement du réacteur Carbofil de 160 kg/j.

Nous nous sommes donc basé pour la suite de l'étude non pas sur la charge en DCO mais sur le volume de graisse entrant qui se limite à $0,43 \text{ m}^3$.

Le réacteur Carbofil a été alimenté en graisse jusqu'à $0,650 \text{ m}^3$. Une mousse dense et importante apparaissait à partir de $0,6 \text{ m}^3$. Par la suite, l'injection des graisses a été limitée à $0,4 \text{ m}^3$.

Concernant les lits plantés de roseaux, seulement deux lits sont disponibles sur les trois installés pendant la durée de l'étude. Un des lits était utilisé provisoirement et recevait les effluents d'une résidence voisine.

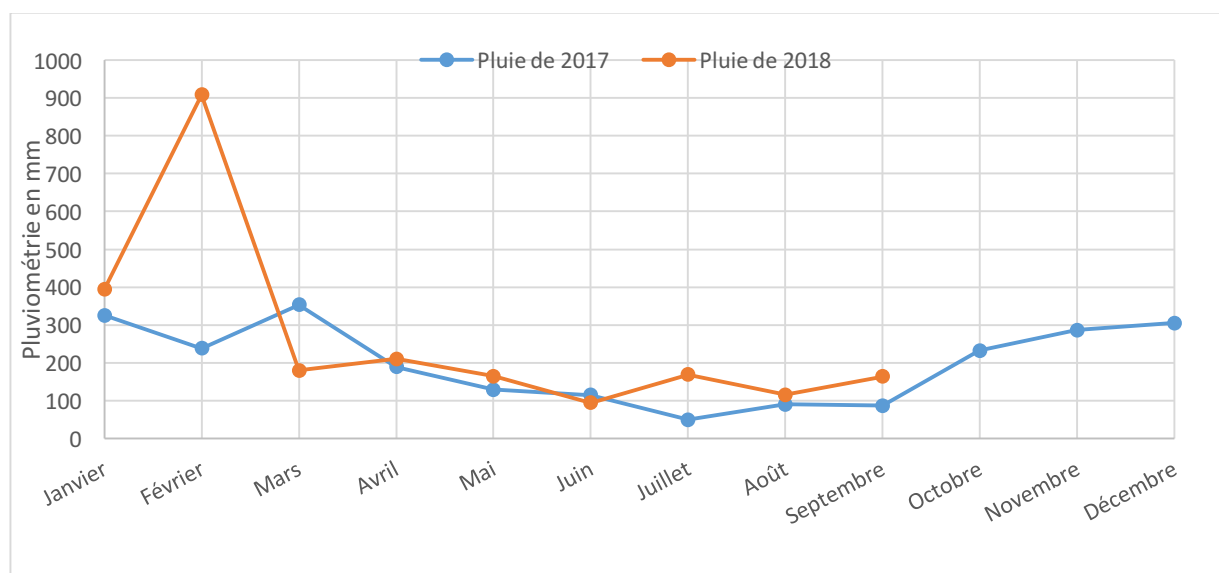
2.3 Les analyses des paramètres

Les analyses des paramètres de Demande Chimique en Oxygène (DCO), d'ammonium (NH₄), phosphate (PO₄), matières sèches (MS) et Nitrate (NO₃) ont été réalisées sur place par spectrophotométrie.

Le pH, conductivité, rédox, oxygène dissous ont également été mesurés in situ à l'aide d'un multimètre.

2.4 Les contraintes

2.4.1 La pluviométrie sur Bora Bora



Graphique 3: Pluviométrie sur Bora Bora de l'année 2017 et 2018

Le graphique 3 présente la pluviométrie sur Bora Bora pour les années 2017 et 2018

On peut distinguer deux grandes saisons en Polynésie Française, celle où le temps est sec et celle des pluies. La saison sèche se situe entre juin et septembre, période où la pluviométrie est la plus faible, et la saison des pluies, entre septembre et mai.

La période d'étude de la station de traitement des graisses se situe en début de saison des pluies. L'influence de la pluviométrie est l'augmentation du niveau de lixiviat dans les casiers de stockage du CET. Il a donc été impératif d'abaisser le niveau de lixiviats en envoyant du volume vers la station de Faanui afin de traiter le lixiviat et d'éviter tout débordement de casier.

Le lixiviat est extrait des casiers de stockage à l'aide d'une pompe qui refoule vers le poste de refoulement de la station de traitement des graisses.

Il a fallu gérer, par l'intermédiaire d'un jeu de vannes, entre l'extraction des effluents traités par le Carbofil et l'extraction des lixiviats. La conduite qui mène aux lits plantés pour le traitement des graisses et au poste de refoulement des graisses pour le lixiviat est commune aux deux.

2.4.2 L'isolement de l'île

Des problèmes matériels ont été rencontrés. L'écran tactile du spectrophotomètre DR3900 qui permettait l'analyse et le suivi de le DCO, NH₄ et PO₄ ne fonctionnait plus. L'appareil a été envoyé en métropole afin d'être réparé. C'est le deuxième spectrophotomètre du laboratoire de la Polynésienne des Eaux de Tahiti qui nous a été envoyé pour pouvoir poursuivre nos analyses. Un autre souci est survenu au niveau du multimètre, appareil qui mesure le pH, la conductivité, le rédox et l'oxygène dissous. La mise à jour de ce dernier a fait bloquer l'appareil. Il a fallu également renvoyer le multimètre au constructeur pour sa réparation et utiliser le conductimètre et le pHmètre destinés à l'analyse de l'eau potable en attendant le retour.

La notion de délai prend une ampleur considérable dans des lieux isolés comme Bora Bora.

2.4.3 Problèmes rencontrés durant le fonctionnement de la station

Un désamorçage fréquent du Carbofil, suite au moussage qui entraîne l'effluent par la surverse et abaisse le niveau de la ligne d'eau dans l'entonnoir du réacteur.

Afin de limiter ces désamorçages, la surverse a été rehaussé en essayant de garder une chute d'eau d'au moins 30 cm (préconisation de la note technique du Carbofil afin de garder une bonne oxygénation). Un système de chapeau destiné à favoriser l'évacuation de l'effluent et à limiter celle des mousses a été installé sur la surverse d'extraction. Il aussi pour seconde fonction de limiter le désamorçage.

3 Interprétation des résultats

Dans cette partie seront analysés les données des paramètres mesurés. L'étude a été de suivre l'évolution de ces différents paramètres qui caractérisent les effluents.

3.1 Caractérisation des entrants

Etant donné la méconnaissance et la variabilité des effluents, surtout de graisses, il a été nécessaire de faire une première qualification des graisses et des lixiviats. Cette qualification nous permettra d'avoir une première idée des caractéristiques des effluents entrants.

3.1.1 Les graisses hydrolysées

Les principaux paramètres qui permettent une première caractérisation des graisses hydrolysées sont situés dans le tableau 8.

Les résultats des tableaux suivants sont obtenus à l'aide des données des années précédentes et des valeurs obtenues pendant l'étude.

| Paramètre | valeur | unité |
|------------------|--------|-------|
| pH | 7,6 | |
| Conductivité | 2400 | μS |
| DCO | 101 | g/L |
| DBO ₅ | 5000 | mg/L |
| MES | 23000 | mg/L |
| NH ₄ | 1100 | mg/L |
| PO ₄ | 350 | mg/L |
| MS | 54 | g/L |

Tableau 4: Valeurs moyennes des caractéristiques principales des graisses hydrolysées

Le paramètre DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène mesurée au bout de 5 jours) n'est pas représentatif pour les graisses (CANLER J.P, 2001). Le temps de biodégradabilité est largement supérieur par rapport à un effluent typique.

3.1.2 Les lixiviats

| Paramètre | valeur | unité |
|-----------------------|--------|-------|
| pH | 8,7 | |
| Conductivité | 8772 | μS |
| DCO | 6,9 | g/L |
| DBO ₅ | 432 | mg/L |
| MES | 208,6 | mg/L |
| NH ₄ | 327 | mg/L |
| PO ₄ | 24 | mg/L |
| MS | 13 | g/L |
| DCO/DBO ₅ | 14 | |
| DBO ₅ /DCO | 0,017 | |

Tableau 5: Valeurs moyennes des caractéristiques principales des paramètres du lixiviat

La mesure d'un certain nombre de paramètres qui ont des valeurs spécifiques nous informe sur le degré de biodégradabilité de la matière organique du lixiviat.

| | Lixiviats jeunes | Lixiviats intermédiaires | Lixiviats stabilisés |
|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| Age de la décharge | <5 ans | 5 à 10 ans | >10 ans |
| pH | <6,5 | 6,5 à 7,5 | >7,5 |
| DCO (g/L) | 10 à 20 | 5 à 10 | >7,5 |
| DBO5/DCO | >0,5 | 0,1 à 0,5 | < 0,1 |
| biodégradabilité | bonne | assez faible | très faible |

Tableau 6: Caractéristiques principaux des lixiviats selon l'âge des déchets

En général, le rapport DCO/DBO nous permet de qualifier si l'effluent est facilement biodégradable ou pas.

Pour le lixiviat, on qualifie la biodégradabilité de la matière organique par le rapport DBO/DCO (ZDANEVITCH I., BOUR O.).

Selon les études faites sur les lixiviats, les lixiviats présentant un pH inférieur ou égale à 6,5, indique une phase acidogénèse et sont caractérisés comme des lixiviats jeunes alors que pour un pH supérieur à 7,5, les lixiviats sont qualifié de lixiviats stabilisés.

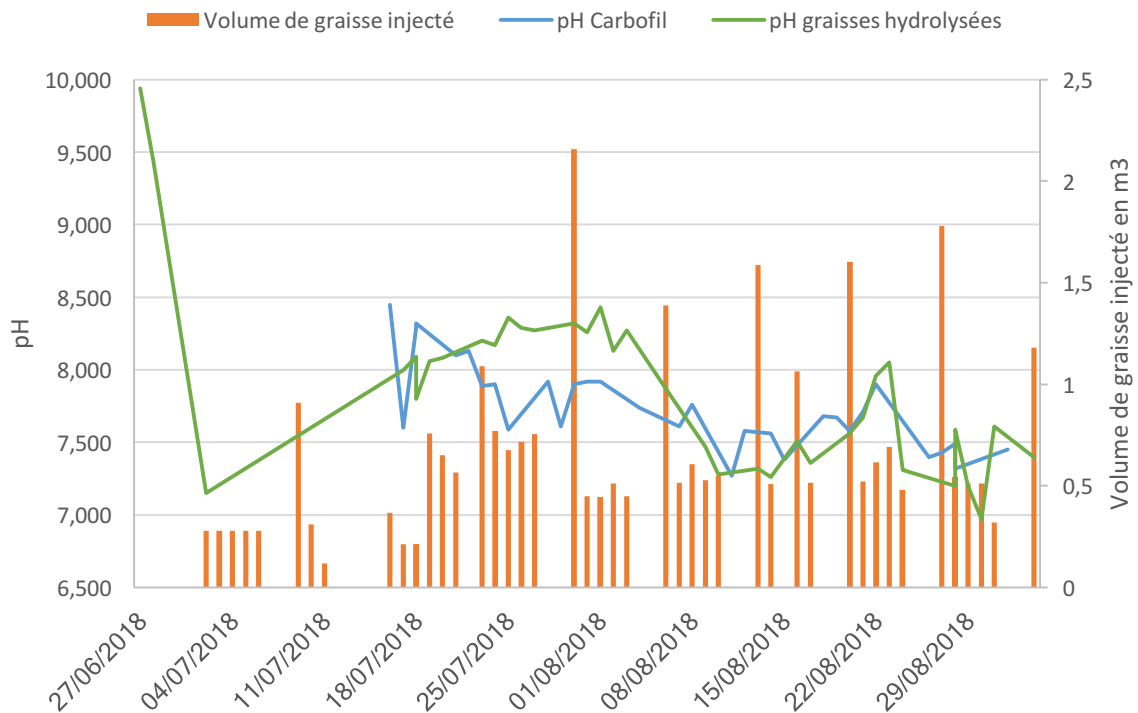
Ceux du centre d'enfouissement technique de Bora Bora, sont caractérisés par un pH moyen égale à 8,5 en moyenne, et un rapport de DBO5/DCO inférieur à 0,1 comme nous l'indique le tableau 10. Si l'on compare ces critères à ceux du tableau 9, on peut caractériser les lixiviats de Bora Bora comme des lixiviats stabilisé avec une très faible biodégradabilité. Pour

3.2 Analyse des résultats

Dans cette sous-partie seront analysés les résultats obtenus durant la période de suivi. Les données analysées sont tirées des tableaux de suivi (exemples de tableaux de suivi en Annexe 2 et 3).

3.2.1 Le pH

Le graphique 4 présente l'évolution du pH des graisses hydrolysées et de l'effluent traité dans le Carbofil durant la phase de traitement des graisses uniquement.



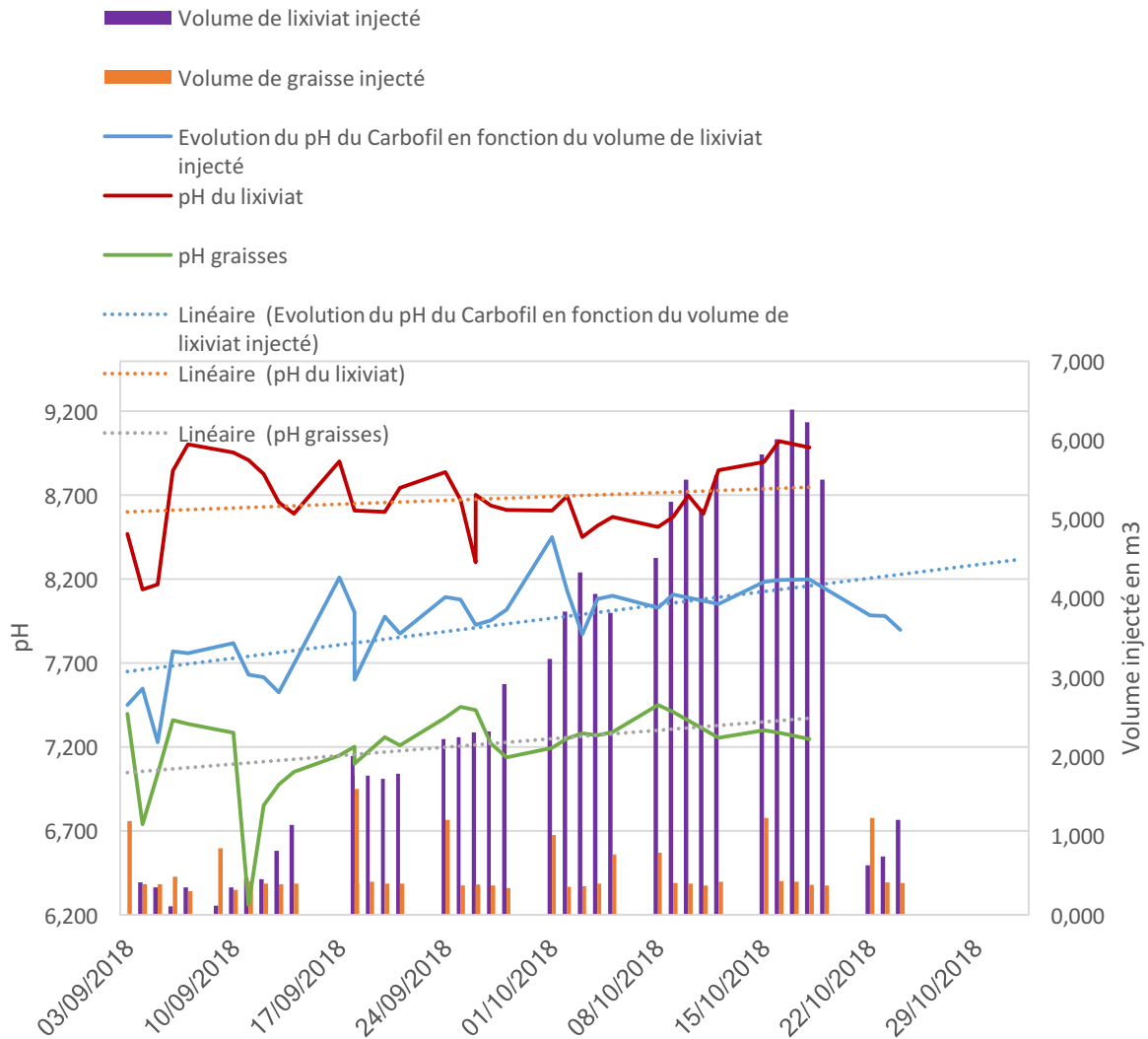
Graphique 4: Evolution du pH dans le Carbofil au cours du temps lors de la phase d'injection de graisses

Dans le graphique 4, les deux premières valeurs de la courbe représentant le pH des graisses hydrolysées sont très élevées. On ne les prendra pas en compte dans la suite de notre analyse.

Le pH des graisses hydrolysées et de l'effluent dans le Carbofil restent supérieurs au pH attendu (entre 6 et 7) malgré l'arrêt d'injection de bicarbonate de soude dans la bache d'hydrolyse.

La tendance générale des courbes de pH du graphique 3 est décroissante sans pour autant tendre vers un pH acide. Cette décroissance s'explique par l'acidification lors de l'hydrolyse des graisses et l'arrêt d'injection du bicarbonate de soude. Le pH dans le Carbofil aura tendance à se rapprocher du pH des graisses hydrolysées.

Le graphique 5 présente l'évolution du pH du lixiviat, de l'effluent traité dans le carbofil et des graisses hydrolysées en phase de traitement des graisses et des lixiviats.

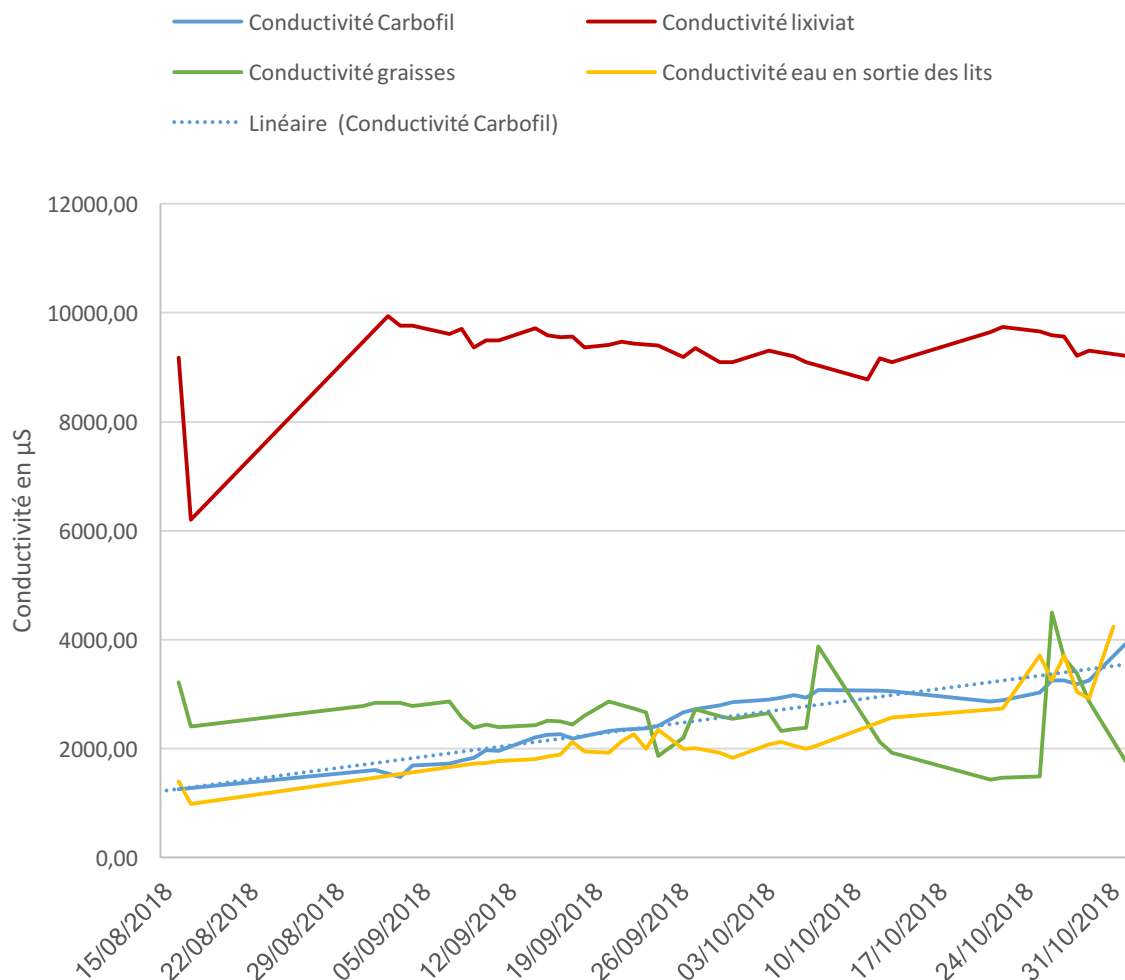


Graphique 5: Evolution du pH dans le Carbofil au cours du temps lors de la phase d'injection de graisses et de lixiviat

Sur le graphique 5, le pH de l'effluent traité dans le carbofil reste inférieur au pH des lixiviats mais présente une tendance légèrement croissante. Le pH de la graisse hydrolysée reste plus ou moins constant.

Durant la phase d'étude le pH dans la bache d'hydrolyse varie et se stabilise aux alentours de 7,2, malgré l'arrêt d'injection de bicarbonate de soude en bache d'hydrolyse. Au démarrage de la station de traitement des graisses, le pH atteignait des valeurs de 6 voir 5 lors de l'hydrolyse des graisses. Cette différence s'explique difficilement. La qualité et la variabilité des graisses pourraient certainement avoir un rôle dans cette dernière.

3.2.2 Conductivité

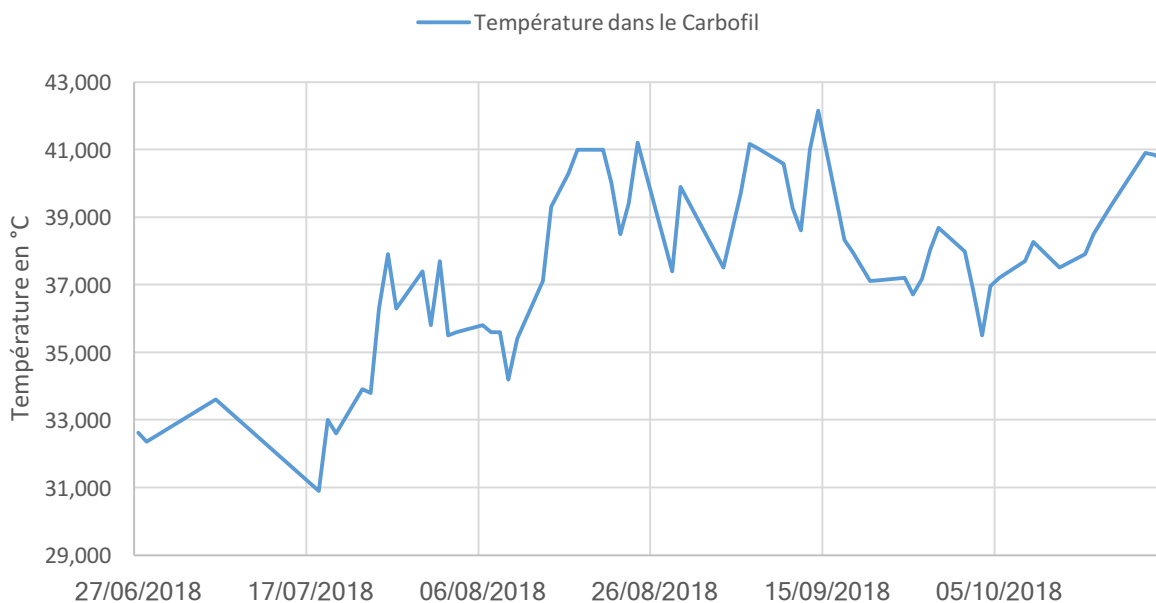


Graphique 6: Représentation de la conductivité des graisses, des lixiviats et de la liqueur mixte au sein du carbofil sur la durée de l'étude

La conductivité des lixiviats, représentée par la courbe rouge sur le graphique 6, malgré les légères variations reste en générale stable, aux alentours de 8600 μS en moyenne. Celle des graisses compte à elle, représentée par la courbe verte, présente également quelques variations mais reste largement inférieure à celle des lixiviats.

La variation de la conductivité des graisses s'explique par l'hétérogénéité de ces dernières alors que celle des lixiviats serait l'influence d'arrivée de nouveaux lixiviats lors des événements pluvieux.

3.2.3 Température



Graphique 7: Evolution de la température dans le réacteur Carbofil

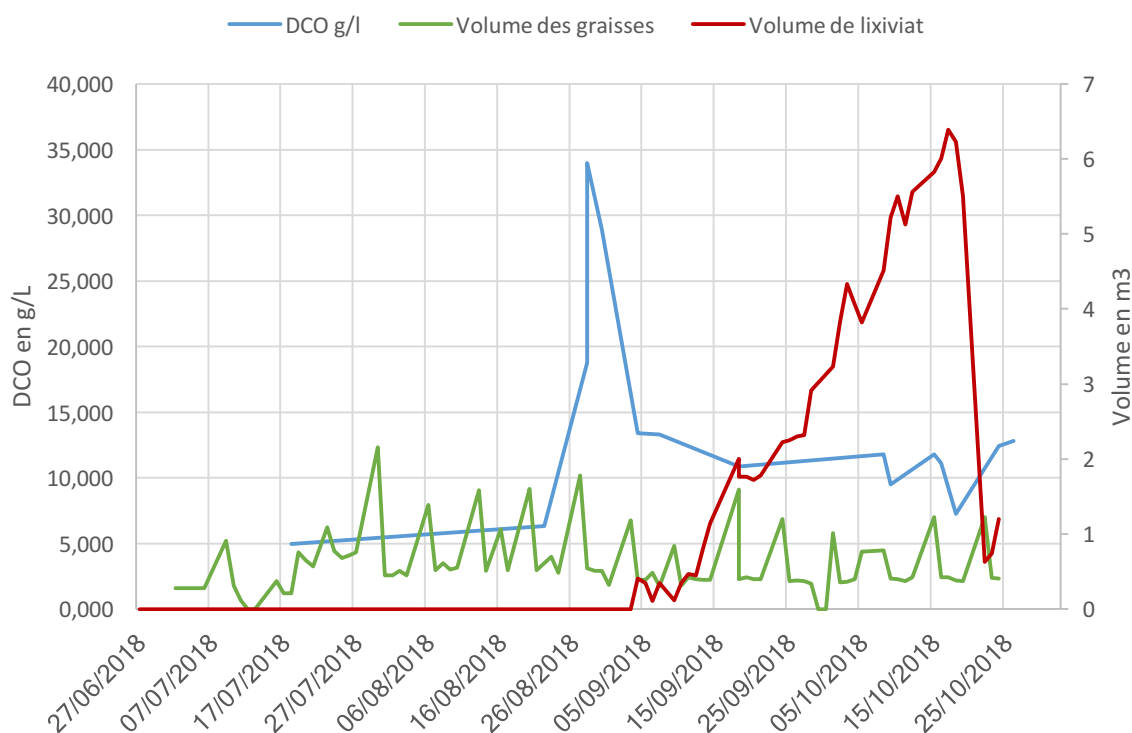
Les températures de fonctionnement du Carbofil annoncées par la note technique sont comprises entre 35 et 40 °C.

Pour le Carbofil de Bora Bora, les températures de l'études sont comprises entre 31 et 42°C. En phase d'ensemencement du réacteur, la biomasse présente reste encore faible, ce qui explique les températures avoisinantes les 32°C en début de graphique 7.

Au fur et à mesure que le volume de graisse injecté augmente, on constate une augmentation de la température jusqu'à atteindre les 42 °C. La réaction de dégradation dans le Carbofil se fait donc de manière exothermique.

La phase de décroissance que l'on aperçoit sur le graphique 7 est la phase où l'on a injecté les graisses à volume constant (0,4m³) et le lixiviat. La dégradation étant exothermique, on peut en déduire une baisse d'activité des bactéries.

3.2.4 DCO



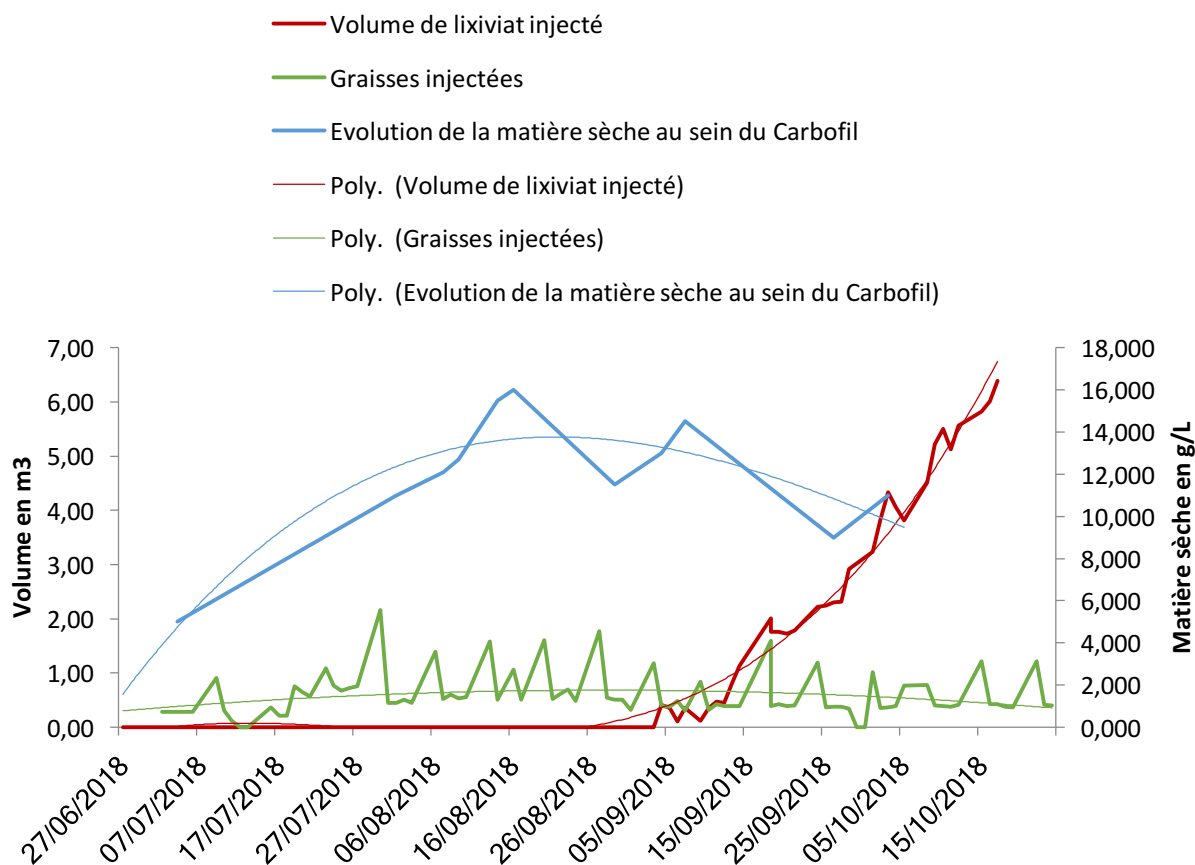
Graphique 8: Evolution de la DCO dans le réacteur Carbofil

Au vu du peu de résultats obtenus en phase d'injection des graisses, on s'attardera sur la deuxième partie de la courbe bleue, lorsque le lixiviat est injecté. La courbe présente une valeur qui semble assez élevée. Dans notre interprétation générale, on restera critique sur les données en omettant la valeur élevée et la partie légèrement croissante en phase de graisses.

Une diminution de la concentration de la DCO se fait ressentir lors de l'injection des graisses, jusqu'à se stabiliser pour des volumes de lixiviats injectés entre 2 et 6 m³. On constate par ces courbes, que la concentration de DCO dans le Carbofil se rapprocherait de celle des lixiviats qui est de 7g/L.

3.2.5 Matières sèches

Dans la première phase d'étude, seules les graisses sont envoyées vers le carbofil. On remarque sur le graphique 9 que la matière sèche au sein du carbofil augmente en fonction du volume de graisses injecté.



Graphique 9: Evolution de la matière sèche en fonction des volumes de graisses et de lixiviat injectés

La présence des pics sur les courbes de volumes (couleur verte et rouge) représente le volume cumulé durant les week ends.

Lorsque le lixiviat est injecté et que le volume des graisses monté au carbofil reste constant, deuxième phase de l'étude, la quantité de matière sèche présente une tendance décroissante.

Le fait d'augmenter l'apport en lixiviat a pour conséquence de diminuer la matière sèche et de réduire le temps de séjour des graisses et des lixiviats.

3.2.6 La biomasse dans le réacteur Carbofil

Dans notre cas, l'utilisation des cônes d'Ihmoff permet d'évaluer visuellement les boues.



Photo 6: Décantation des boues du Carbofil lors de la phase d'injection de graisses uniquement

Sur la première image de la photo 6, l'effluent présent dans le cône d'Ihmoff de gauche est dilué par 2 alors que celui de droite n'est pas dilué. Au bout de 30 min de décantation, on distingue dans le cône de gauche trois phases, une phase de boue en surface, au milieu le liquide et en fond de cône des sédiments.



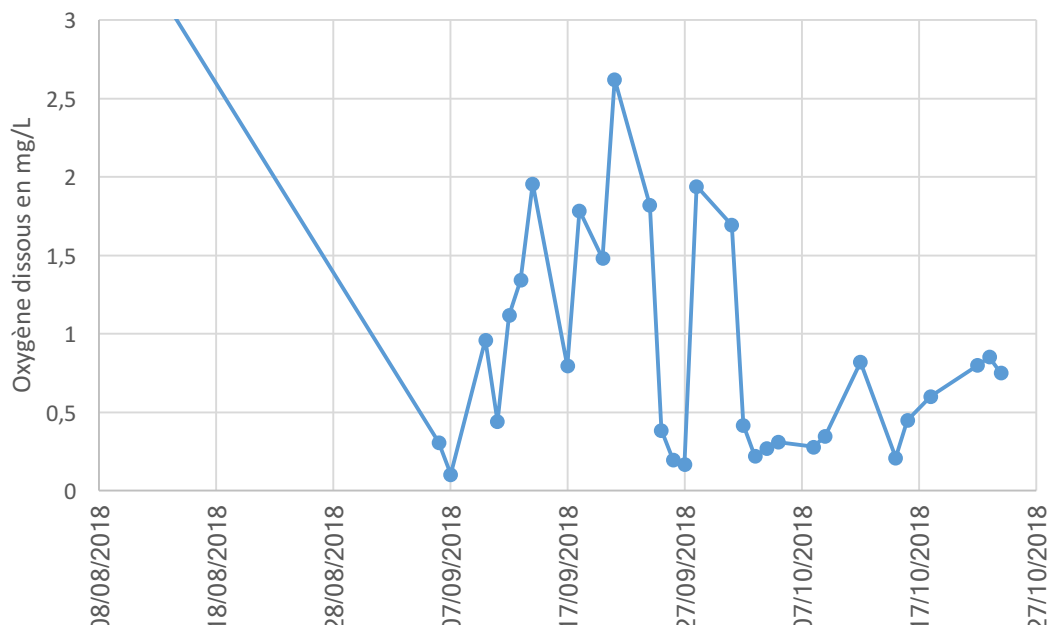
Photo 7: Décantation des boues du Carbofil lors de la phase d'injection de lixiviat et de graisses

Malgré une décantation des boues lors du test de décantation, on remarque une diminution de volume de ces dernières.

On constate également une déconcentration des boues qui se fait lorsque le volume de lixiviat injecté augmente. Cette déconcentration se traduit par une perte de la biomasse.

Suite à l'augmentation du volume de lixiviat jusqu'à $6,5 \text{ m}^3$, le temps de séjour sera également influencé et diminuera. Pour un volume de lixiviat de $6,5 \text{ m}^3$ et un volume en graisse de $0,4 \text{ m}^3$, on aura un temps de séjour de 4 jours et demi.

3.2.7 Oxygène dissous



Graphique 10: Evolution du taux d'oxygène dissous dans le Carbofil

Le graphique 10 montre certaines variations de l'oxygène dissous dans le Carbofil. Du fait du désamorçage fréquent du réacteur Carbofil, on constate qu'on est rarement au-dessus des 2 mg/L d'oxygène dissous (quantité nécessaire à l'oxydation de la matière biodégradable pour une charge de 160kg/j).

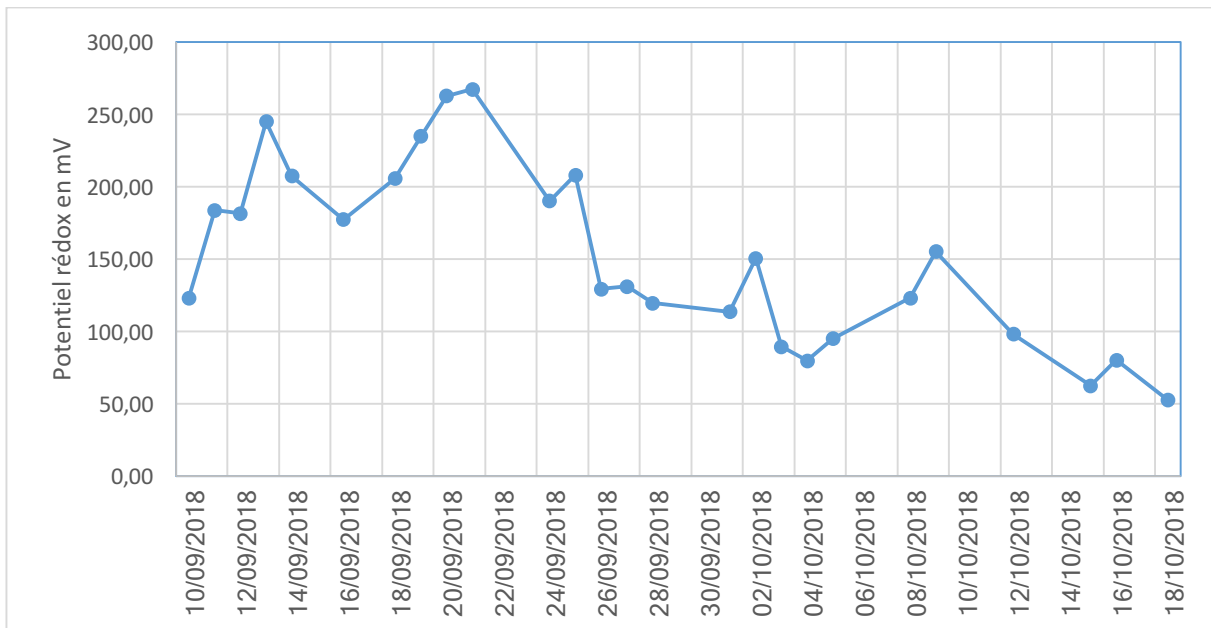
Ce graphique soulève quelques questions :

Est-ce que le moussage au centre du réacteur favoriserait la diminution de l'oxygène dissous ?
La mousse s'épaissit au cours du temps jusqu'à ce qu'elle parte en surverse. Limiterait-elle l'échange entre l'air et l'effluent ?

Un approfondissement du sujet serait intéressant, du fait de l'importance de l'oxygène.

3.2.8 Les lits plantés de roseaux

En début d'étude, lors de l'injection des graisses uniquement, il a été difficile d'obtenir un percolat à la sortie des lits dû au faible volume (0,7 m³ au maximum). Le faible volume extrait du Carbofil n'a pas permis d'infiltrer le massif filtrant de manière significative. C'est à partir du moment où l'on a injecté les lixiviats que les percolats ont pu être récoltés.

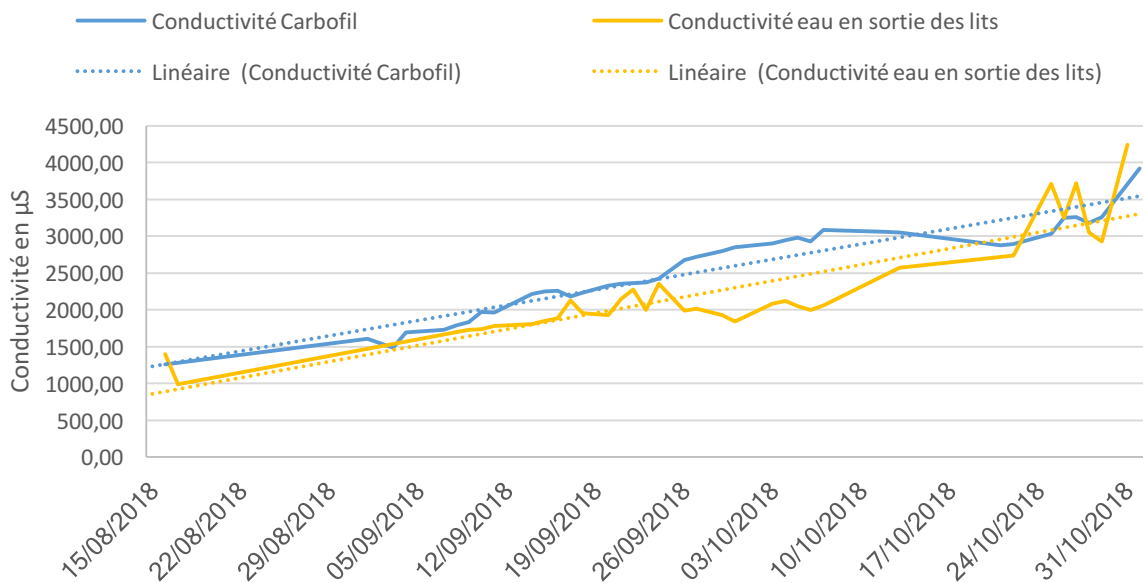


Graphique 11: Evolution du potentiel redox en sortie des lits plantés de Roseaux

Le graphique 11 indique un potentiel rédox qui décroît au cours du temps.

Cependant, on observe des valeurs comprises entre 52 et 270 mV sur le graphique 11. De plus, la tendance décroissante générale de la courbe indique que l'oxygénation du massif filtrant diminue. Cette décroissance pourrait s'expliquer par le fait que seul le troisième lit est utilisé à un moment de l'étude. L'épaisseur de boues a été bypassé. La modification sera présentée dans un peu plus loin. Le volume d'effluent extrait du réacteur Carbofil, environ $7\text{m}^3/\text{j}$ atteint au maximum, est envoyé de manière presque continue vers le lit et ne permet pas à ce dernier de pouvoir sécher les boues. La vitesse d'infiltration des percolats est donc inférieure au débit entrant vers le lit. Visuellement on distinguait un certain niveau d'eau dans le lit 3.

Les rhizomes et la phase de séchage.



Graphique 12: Comparaison de la conductivité dans le Carbofil et en sortie des lits plantés de roseaux

Sur le graphique 12, la courbe de conductivité des eaux traitées présente plus ou moins la même tendance que celle du carbofil tout en restant sous cette dernière. Par ce constat, on peut en déduire qu'une partie des sels dissous est retenue par les lits.

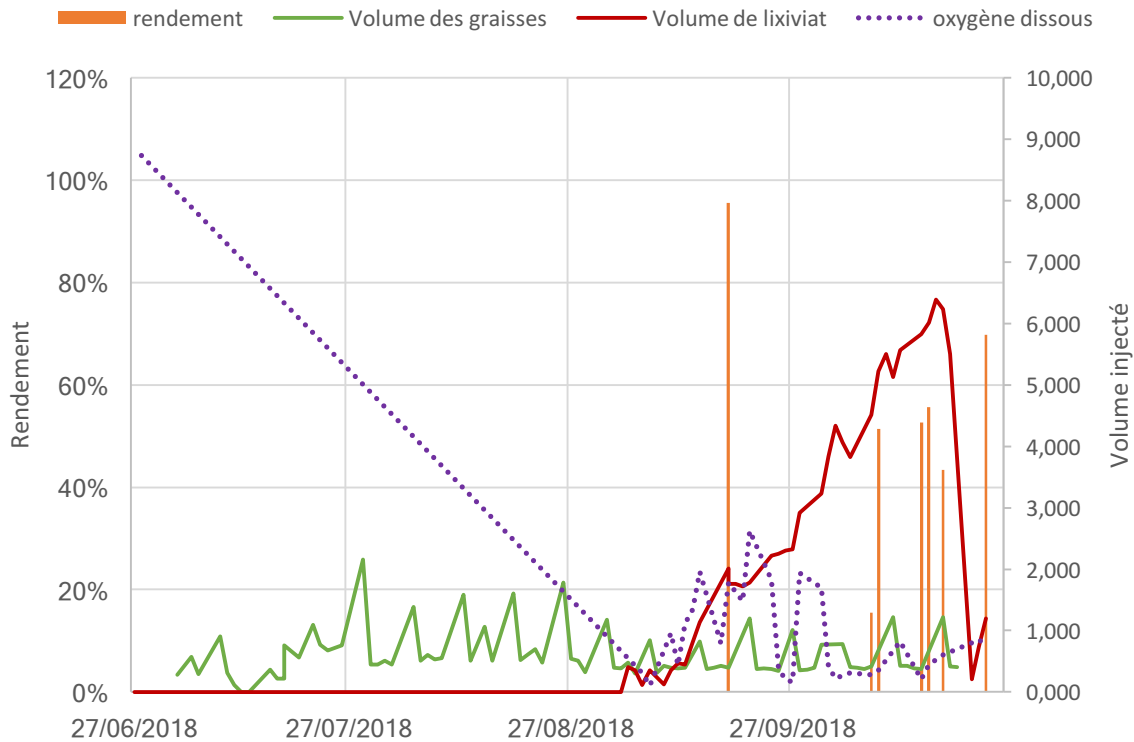


Photo 8: Eaux en sortie des lits plantés de roseaux

La photo 8 présente deux flacons d'eaux récoltées en sortie de lits de roseaux. Le flacon contenant une eau claire est le percolat récolté lors du début d'injection de lixiviat dans le Carbofil. Le deuxième flacon contient le percolat récolté lors de l'injection de 6 m³ de lixiviat dans le Carbofil. On constate que visuellement, le deuxième percolat se rapproche de la couleur des lixiviats. Il semblerait donc que la part de lixiviat injecté dans le Carbofil se retrouve en sortie des lits.

3.2.9 Le rendement

Les rendements du tableau suivant sont déterminés à partir du moment où l'on a commencé à injecter du lixiviat dans le réacteur Carbofil.



Graphique 13: Rendement sur l'abattement de la DCO en g/L de la station de traitement des graisses et des lixiviats

La charge entrante a été calculée en fonction des volumes de graisse entrant et des volumes de lixiviat entrant. La charge en sortie a été calculée en fonction des volumes entrant de graisse, des volumes lixiviats, et des volumes d'eaux usées industrielles.

Le faible volume ($0,7\text{m}^3/\text{j}$ de graisses au maximum) extrait du Carbofil durant la phase d'injection des graisses uniquement et les problèmes de matériels rencontrés n'ont pas permis de déterminer un rendement sur l'abattement des polluants en début d'étude.

Le graphique 13 nous montre l'évolution du rendement lors de l'injection des graisses. On sait que la DBO provient principalement des graisses. Pour une injection de $0,4\text{m}^3$ de graisse dans le Carbofil et une injection en lixiviat de $1,76\text{m}^3$, on obtient respectivement une charge en DCO de 36 kg/j pour une concentration analysée en DCO de $94,4\text{ g/L}$ et 13 kg/j pour une concentration en lixiviat de $7,56\text{ g/L}$. La charge de lixiviat représente 36% de la charge totale entrante. Cependant le rendement reste assez élevé, plus de 90%. Je reste assez critique sur ce résultat du fait du critère de dégradabilité des lixiviats. Le phénomène d'adsorption de la DCO dure par la biomasse, se ferait-il pour un ratio 36% de lixiviat et 64% de graisse ? Pour le savoir, il faudrait approfondir l'étude sur une période plus importante.

On remarque également que dans la deuxième partie, le rendement avoisine les 50% et aurait tendance à décroître avec l'augmentation du volume de lixiviat. Des résultats qui sembleraient cohérents à mon sens. La charge de DCO apportée par le lixiviat deviendrait plus importante dans le Carbofil. En fonction du volume qui est injecté étant donné la faible biodégradabilité de la DCO des lixiviats, il y aurait augmentation de la DCO peu biodégradable qui traverserait les lits plantés de roseaux, d'où la baisse de rendement.

Le dernier pic de l'histogramme indique un rendement de 70% pour un ratio de volume en graisse de 0,4 m³ et de volume en lixiviat de 1,2 m³. Soit une charge en graisse de 45 kg/j pour une concentration analysée de 113g/L et une charge en lixiviat de 8 kg/j pour une concentration analysée de 6,64g/L. La DCO apportée par les lixiviats représente à elle 18% de la charge totale entrant.

On peut conclure avec les résultats actuels, que l'augmentation de la quantité de lixiviat injectée dans le réacteur influencerait sur le rendement de manière à le diminuer. Cependant cette conclusion reste à être confirmée du fait du peu de résultats obtenus. On remarque également que la concentration d'oxygène dissous dans le réacteur atteint, lorsque les rendements avoisinent les 50%, des valeurs basses (graphique 13).

3.2.10 Détermination du volume de lixiviat acceptable en station de traitement des eaux usées de Faanui

Un suivi de la station de traitement des eaux usées de Faanui a été fait en parallèle. Dans l'éventualité où la station des graisses ne traite que les graisses, il a été nécessaire de déterminer le volume de lixiviat que peut accepter la station de traitement des eaux usées de Faanui.

Différents paramètres ont été suivi :

- Débit d'entrée et de sortie
- NH₄ en entrée et sortie
- NO₃ en sortie
- La matière sèche
- L'indice de boue
- La DCO en sortie

Ces résultats ont été obtenus à partir des données de l'année 2017 et 2018.

La détermination du volume de lixiviat acceptable se décompose en plusieurs étapes :

- connaître la charge organique dans les bassins d'aération,
- déterminer la quantité d'oxygène dissous que créer l'agitateur (prise en compte des caractéristiques de l'agitateur)
- déterminer la consommation d'oxygène de la charge organique entrant
- calculer le restant d'oxygène dissous que la matière organique n'a pas consommée
- En déduire la quantité de volume de lixiviat

Ces étapes nous ont permis déterminer un volume de lixiviat compris entre 3,5 et 6 m³. Cette fourchette dépend de la charge de DCO arrivant sur la station de Faanui.

3.2.11 Influence des effluents graisses et lixiviats traités sur la steu de Faanui



Photo 9: Boue en surface du clarificateur de la station de traitement des eaux usées de Faanui

Le traitement des lixiviats par la station des graisses influence la station de traitement des eaux usées de Faanui. Une augmentation de la DCO s'est faite ressentir avec un maximum atteint à 100 mg de DCO/L, valeur qui est très élevée pour un effluent en sortie de station de traitement. Un volume important (7m³/j dont 6,5 m³ de lixiviat) provenant de la station des graisses était alors envoyé vers la station de Faanui à ce moment.

Une apparition de boue en surface du clarificateur était également visible (photo3), situation peu habituelle pour cette station.

L'étude montre qu'en augmentant la quantité de lixiviat injecté dans le Carbofil, nous avons une évolution des paramètres. Le pH augmente, la matière sèche diminue (absence de recirculation), la conductivité augmente et tend vers celle du lixiviat. Concernant l'évolution de l'eau traitée, seul le pH et la conductivité diminuent. Les lits plantés permettent de piéger une partie des sels dissous. La concentration de DCO en sortie des lits est proche de la concentration en DCO du lixiviat. L'abattement des paramètres polluants reste faible.

Cela peut s'expliquer par le fait que le lixiviat présente une faible part de DCO biodégradable avec un rapport DBO/DCO inférieur à 0,1. En augmentant le volume de lixiviat, on augmente également la quantité de DCO difficilement biodégradable.

On peut conclure que dans les conditions d'expérimentation des essais, le traitement biologique aérobie est peu efficace pour des lixiviats dit stabilisés. Un traitement plus poussé comme le procédé par osmose inverse serait plus en adéquation avec ce type de lixiviats. La quantité d'oxygène dissous variait sans pour autant être proche des 2 kg de O₂ nécessaire.

3.3 Modifications apportées au procédé durant l'étude

3.3.1 Les vannes des lits plantés de roseaux

Pour une utilisation alternée des lits plantés de roseaux, les anciennes vannes non fonctionnelles associées à chacun des lits ont été remplacées par de nouvelles vannes. Le changement de lit se fait manuellement.

3.3.2 Clarificateur bypassé

Dans un second temps, l'épaisseur des boues a été bypassé en mettant un place une conduite en pvc qui part du carbofil et débouche directement vers le lit de roseaux 3. L'objectif a été d'éviter le débordement des mousses au niveau de l'épaisseur. C'est un milieu propice à l'apparition de bactéries filamenteuses.



Photo 10: Clarificateur bypassé par la conduite PVC qui débouche directement sur le lit planté de roseaux 3

3.3.3 Pistes de travail

3.3.3.1 Fonctionnement du réacteur carbofil de manière à éviter les désamorçages

L'installation d'une vanne au niveau de la conduite d'extraction en sortie du Carbofil devra être nécessaire. Elle permettra d'éviter l'évacuation continue de l'effluent vers le lit ou l'épaisseur de boue, et de maintenir une ligne d'eau relativement constante dans le réacteur. Il faudra tout de même porter une attention particulière à la hauteur de chute afin de garder une quantité d'oxygène dissous suffisante. Ce maintien de niveau évitera les désamorçages fréquents et une consommation en eau industrielle trop importante.

Une extraction de l'effluent traité sera faite lors de l'injection du nouvel effluent à traiter. Le volume extrait sera équivalent au volume qui arrivera dans le Carbofil afin de garder l'équilibre hydraulique.

Un débitmètre, sera installé sur la conduite d'extraction en sortie de réacteur afin de pouvoir quantifier le volume de l'effluent traité par le Carbofil.

Ce fonctionnement permettrait d'avoir une évacuation contrôlée vers les lits plantés de roseaux.

3.3.3.2 Traiter les graisses par saponification

Etude du traitement des graisses par saponification. L'hydrolyse se fait en milieu basique par ajout de soude.

3.3.3.3 L'émulsion des acides gras dans l'eau

En solution aqueuse, les molécules amphiphiles ne s'associent qu'au-delà d'une certaine concentration, concentration micellaire critique, pour former des molécules sphéroïdales hydrophyle. Serait-ce un paramètre qui déclencherait le moussage dans le Carbofil ?

3.3.3.4 Le traitement des lixiviats

Avec la faible biodégradabilité du lixiviat du CET de Bora Bora, il serait préférable de se tourner vers un procédé de traitement plus poussé pour pouvoir abattre de manière significative la DCO non biodégradable. On peut citer le traitement par ultrafiltration, nanofiltration et osmose inverse. Une étude plus approfondi devra être effectuée.

Conclusion

Depuis la construction de l'usine en 2011, les effluents ont été traités de manière ponctuelle, car le fonctionnement de la station qui traite les graisses et les lixiviats est instable :

- moussage fréquent du Carbofil qui provoque des débordements et le désamorçage du système de brassage ;
- débordements au niveau du clarificateur ;
- exploitation des lits plantés de roseaux (LPR) non optimisée.

L'objectif du stage a été d'étudier les performances de la station de traitement dans différentes conditions de fonctionnement :

- traitement des graisses
- traitement des graisses et des lixiviats

et d'en ressortir des points d'améliorations pour un fonctionnement stable.

A ce stade de l'étude des performances de traitement de la station de traitement des graisses et des lixiviats, un certain nombre de conclusions ont pu être formulées :

- Les lixiviats présentent des caractéristiques d'un lixiviat stable et une biodégradabilité faible avec les premières analyses effectuées. $\text{pH} > 7,5$ et $\text{DBO/DCO} < 0,1$
 - Au vu des caractéristiques que présentent les lixiviats de Bora Bora et des essais effectués en station de traitement de Bora Bora, on peut conclure que, le traitement biologique aérobie n'est pas adapté au traitement des lixiviats de Bora Bora. Un traitement plus poussé comme par exemple le procédé par nanofiltration ou osmose inverse serait plus en adéquation avec ce type de lixiviat stabilisé.
- Limite d'injection des graisses est d'environ 500 L/j, au-delà le moussage dans le réacteur Carbofil devient très important.
- L'augmentation de lixiviat dans le Carbofil et l'absence de l'épaisseur de boues :
 - Réduit la matière sèche dans le Carbofil
 - Réduit le volume de boue au niveau du réacteur
 - Augmente le pH et la conductivité. Les caractéristiques de la liqueur mixte se rapprochent de celles du lixiviat.
 - Le rendement sur l'abattement de la DCO faible
 - Le taux d'oxygène dissous aurait aussi joué un rôle dans ces résultats.
- Les lits permettent de piéger une partie des sels dissous du lixiviat et des matières sèches.

Proposition de pistes de travail :

Pour les lixiviats :

Quel procédé de traitement serait le plus adapté pour des lixiviats stabilisés ?

Des procédés plus poussés comme les unités de nanofiltration ou encore d'osmose seraient un sujet à approfondir. Il sera donc intéressant de qualifier les lixiviats.

Pour le traitement des graisses :

L'extraction de l'effluent traité dans le Carbofil de manière ponctuelle en ajoutant une vanne en sortie de Carbofil permettrait de maintenir une ligne d'eau dans le Carbofil plus ou moins constante et réduire la consommation d'eau industrielle.

Quels sont les moyens pour limiter le caractère amphiphile des acides gras formés par l'hydrolyse.

Il serait intéressant d'approfondir l'étude des performances sur une plus grande période expérimentale du fait du temps de séjour important des effluents à traiter et de la sensibilité de la biomasse dans le réacteur.

Bibliographie

Arrêté n° 1401 CM du 16 décembre 1997 fixant les normes et les conditions de rejet des eaux usées provenant d'un assainissement collectif public ou autonome [en ligne] *Journal officiel Polynésie Française* n°52 du 25/12/1997 à la page 2708 [consulté le 25/05/2018]
<<http://lexpol.cloud.pf/document.php?document=190830&deb=99&fin=100&titre=QXJyw6p0w6kgbsKwIDE0MDEgQ00gZHUgMTYvMTIvMTk5Nw==>>

CANLER J-P. Performances des systèmes de traitement biologique aérobie des graisses. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, FNDAE n°24, 2001, p. 64, <<http://www.fndae.fr/documentation/PDF/Fndae24WEB.pdf>>

CANLER J-P. Guide technique sur le Matières de Vidange issues de l'assainissement non collectif : Caractérisation, collecte et traitement envisageables. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, FNDAE n°37, 2010, 65p, <http://www.fndae.fr/documentation/numero_37.html>

CANLER J-P. Dysfonctionnement biologique des stations d'épuration : origines et solutions. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, FNDAE n°33, 2005, 124p <<http://www.fndae.fr/documentation/PDF/fndae33.pdf>>

DUCHENE Ph. et al. Guide de lutte contre les mousses biologiques stables dans les stations d'épuration à boues activées, FNDAE, octobre 1993

LENARD A. et al. Traitement des boues par lits plantés de roseaux : rappels des points clef de cette technique, Ingénierie n° special, 2008, p41 à 49

PUJOL R. et al, Guide technique sur le foisonnement des boues activées, Ministère de l'Agriculture et la Forêt, FNDAE n°8

RENOU S., POULAIN S., Procédé innovant des traitements de lixiviats, Département de technologie Nucléaire, commissariat à l'Énergie Atomique de cadarache J. Gagnaire et P. Moulin, Université Paul cézanne Aix Marseille, Département en Procédés Propres et Environnement (DPPE – UMr 6181)

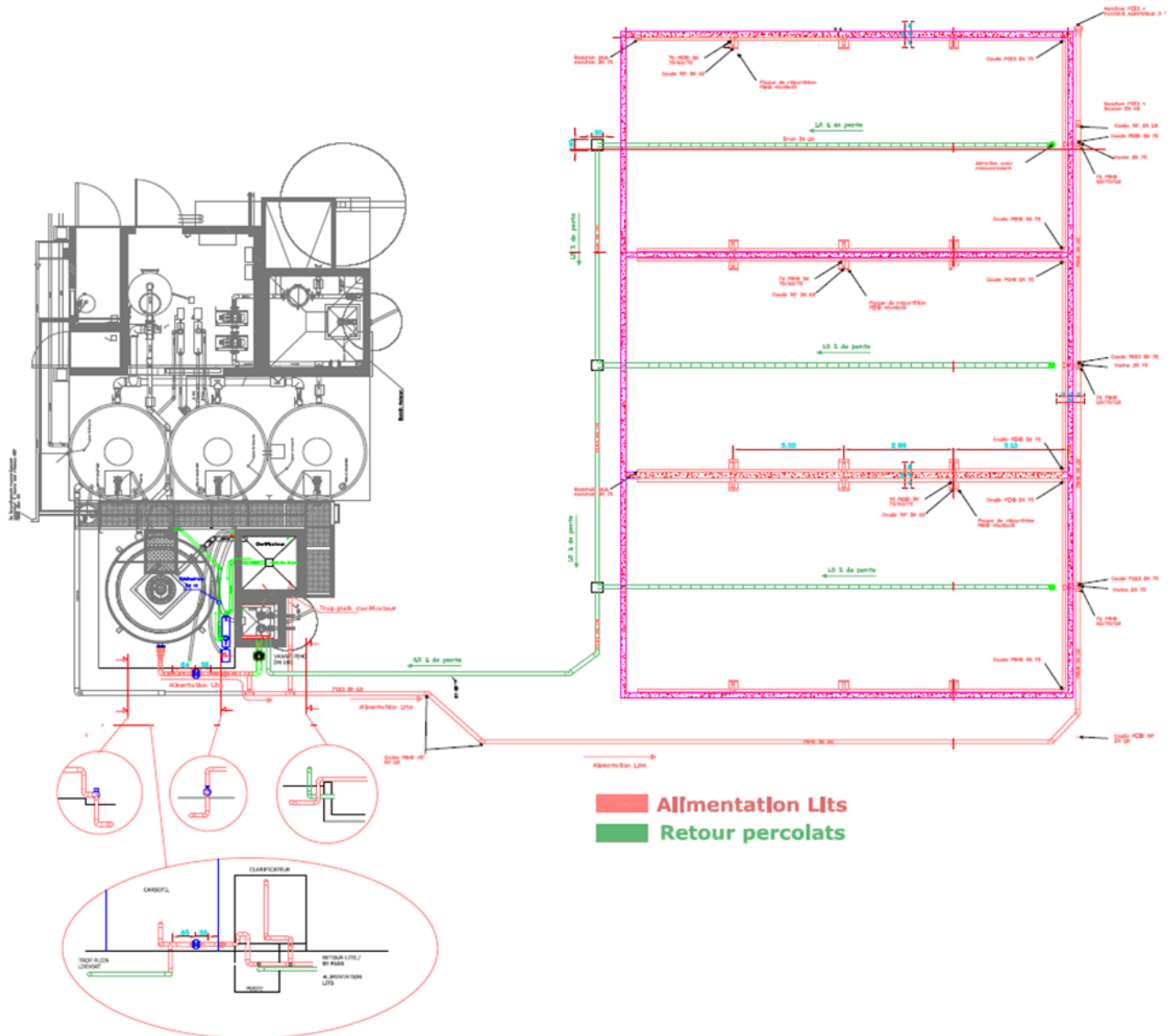
RENOU S., POULAIN S., Les filières classiques de traitement des lixiviats, Département de Technologie Nucléaire, Commissariat à l'Énergie Atomique de Cadarache P. Moulin et J. Gagnaire, Université Paul Cézanne Aix Marseille, Département en Procédés Propres et Environnement (DPPE – UMR 6181)

ZDANEVITCH I.,BOUR O., Détermination des paramètres pour définir le niveau de stabilité des déchets, INERIS

Liste des annexes

| | |
|--|----|
| Annexe 1: Synoptique de la station du traitement des graisses | 54 |
| Annexe 2 Exemple des tableaux utilisés pour le suivi de la step de Faanui..... | 55 |
| Annexe 3: Exemple des tableaux de suivi pour la station de traitement des graisses et lixiviats | 58 |
| Annexe 4:Note de calcul..... | 62 |

Annexe 1: Synoptique de la station du traitement des graisses



Annexe 2 Exemple des tableaux utilisés pour le suivi de la step de Faanui.

| | | BILAN ANALYTIQUE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-------------------------|------|---------------|------|------|------|---------|------|---------------------------|------|------|-----------|---------|------|---------|----------------------------------|------|-----|-----|---------|-----|---|
| | | CONCENTRATION EAU BRUTE | | | | | | | | CONCENTRATION EAU TRAITEE | | | | | | | RENDEMENT TRAITEMENT STEP FAANUI | | | | | | |
| Date | Val | DEBIT | MES | DBO5 Calculéé | DBO5 | DCO | NK | N-N-NH4 | Pt | MES | DBO5 | DCO | NG | N-N-NH4 | Pt | N-N-NO3 | MES | DBO5 | DCO | NG | N-N-NH4 | Pt | |
| | | m3 | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | % | % | % | % | % | % |
| 16/03/2018 | | 1378 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19/03/2018 | | 598 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21/03/2018 | | 1877 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22/03/2018 | | 925 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23/03/2018 | | 838 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26/03/2018 | | 882 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27/03/2018 | | 827 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28/03/2018 | | 856 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/03/2018 | | 715 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Avril | | | | | | | | | Avril | | | | | | | | | | |
| | | | | Mai | | | | | | | | | Mai | | | | | | | | | | |
| | | | | Juin | | | | | | | | | Juin | | | | | | | | | | |
| | | | | Juillet | | | | | | | | | Juillet | | | | | | | | | | |
| | | | | Aout | | | | | | | | | Aout | | | | | | | | | | |
| | | | | Septembre | | | | | | | | | Septembre | | | | | | | | | | |
| | | | | Octobre | | | | | | | | | Octobre | | | | | | | | | | |
| | | | | Novembre | | | | | | | | | Novembre | | | | | | | | | | |
| Moyenne | | 763 | 72 | | 122 | 246 | 51 | 42 | 6,5 | 6,9 | 4,9 | 19,6 | 10,5 | 3,5 | 2,2 | 5,3 | 90% | 96% | 92% | 80% | 92% | 66% | |
| Minimum | | 470 | 36 | | 45 | 141 | 32 | 32 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | 1,9 | 0,0 | 1,1 | 0,5 | 56% | 76% | 73% | 66% | 78% | 38% | |
| Maximum | | 5553 | 132 | | 190 | 377 | 65 | 61 | 8,5 | 16,0 | 12,0 | 38,2 | 16,4 | 7,2 | 4,2 | 13,4 | 97% | 99% | 99% | 95% | 100% | 85% | |
| Centil 95 | | 2481 | 90 | | 167 | 294 | 60 | 45 | 7,7 | 10,0 | 7,8 | 23,8 | 13,4 | 5,2 | 2,8 | 8,8 | 95% | 99% | 93% | 86% | 97% | 77% | |

BILAN DES CHARGES

| FLUX EAU BRUTE | | | | | | FLUX EAU TRAITEE | | | | | | | % DE CHARGE | | | | | |
|----------------|-------|-------|------|---------|------|------------------|------|------|------|---------|------|---------|-------------|----------|----------|----------|---------|---------|
| MES | DBO5 | DCO | NK | N-N-NH4 | Pt | MES | DBO5 | DCO | NG | N-N-NH4 | Pt | N-N-NO3 | DEBIT | MES | DBO5 | DCO | NK | Pt |
| kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | kg/j | 1000 m3/j | 250 kg/j | 250 kg/j | 650 kg/j | 62 kg/j | 15 kg/j |
| 99,3 | 168,3 | 338,2 | 70,9 | 57,3 | 9,0 | 9,5 | 6,7 | 26,9 | 14,4 | 4,8 | 3,0 | 7,3 | 138% | 40% | 67% | 52% | 114% | 60% |
| 43,1 | 73,0 | 146,8 | 30,8 | 24,9 | 3,9 | 4,1 | 2,9 | 11,7 | 6,3 | 2,1 | 1,3 | 3,2 | 60% | 17% | 29% | 23% | 50% | 26% |
| 135,3 | 229,3 | 460,8 | 96,6 | 78,1 | 12,2 | 13,0 | 9,1 | 36,7 | 19,7 | 6,5 | 4,1 | 10,0 | 188% | 54% | 92% | 71% | 156% | 81% |
| 66,7 | 113,0 | 227,2 | 47,6 | 38,5 | 6,0 | 6,4 | 4,5 | 18,1 | 9,7 | 3,2 | 2,0 | 4,9 | 93% | 27% | 45% | 35% | 77% | 40% |
| 60,4 | 102,3 | 205,7 | 43,1 | 34,9 | 5,4 | 5,8 | 4,1 | 16,4 | 8,8 | 2,9 | 1,8 | 4,5 | 84% | 24% | 41% | 32% | 70% | 36% |
| 63,6 | 107,7 | 216,5 | 45,4 | 36,7 | 5,7 | 6,1 | 4,3 | 17,2 | 9,2 | 3,1 | 1,9 | 4,7 | 88% | 25% | 43% | 33% | 73% | 38% |
| 59,6 | 101,0 | 203,0 | 42,6 | 34,4 | 5,4 | 5,7 | 4,0 | 16,2 | 8,7 | 2,9 | 1,8 | 4,4 | 83% | 24% | 40% | 31% | 69% | 36% |
| 61,7 | 104,6 | 210,3 | 44,1 | 35,7 | 5,6 | 5,9 | 4,2 | 16,7 | 9,0 | 3,0 | 1,9 | 4,6 | 86% | 25% | 42% | 32% | 71% | 37% |
| 51,5 | 87,3 | 175,5 | 36,8 | 29,8 | 4,6 | 5,0 | 3,5 | 14,0 | 7,5 | 2,5 | 1,6 | 3,8 | 71% | 21% | 35% | 27% | 59% | 31% |
| Avril | | | | | | Avril | | | | | | | Avril | | | | | |
| Mai | | | | | | Mai | | | | | | | Mai | | | | | |
| Juin | | | | | | Juin | | | | | | | Juin | | | | | |
| Juillet | | | | | | Juillet | | | | | | | Juillet | | | | | |
| Aout | | | | | | Aout | | | | | | | Aout | | | | | |
| Septembre | | | | | | Septembre | | | | | | | Septembre | | | | | |
| Octobre | | | | | | Octobre | | | | | | | Octobre | | | | | |
| Novembre | | | | | | Novembre | | | | | | | Novembre | | | | | |
| 55 | 92 | 183 | 39 | 31 | 5 | 5 | 4 | 16 | 8 | 3 | 2 | 4 | 114% | 33% | 56% | 43% | 95% | 49% |
| 29 | 29 | 119 | 25 | 20 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 47% | 12% | 12% | 18% | 40% | 20% |
| 115 | 149 | 279 | 57 | 43 | 7 | 17 | 8 | 41 | 13 | 8 | 3 | 11 | 555% | 160% | 271% | 210% | 461% | 241% |
| 179 | 303 | 609 | 128 | 103 | 16 | 17 | 12 | 49 | 26 | 9 | 5 | 13 | 248% | 72% | 121% | 94% | 206% | 107% |

| BASSIN D'AERATION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|-----------|----------|-----------|-------------|---------|------------|----------|-----------|--------------------------------|---------|-------------|---------|-------------|-----------|-------------|------------------------------|-------------------------|--|
| POIDS DE BOUES BASSIN AERATION | | | | | | | | | | MASSE DE BOUES BASSIN AERATION | | | | | | Volume BA | | 500 | |
| MS BA1 | MVS BA1 | % MVS BA1 | BA 1 V30 | IM/IB BA1 | MS BA2 | MVS BA2 | % MVS BA 2 | BA 2 V30 | IM/IB BA2 | MS BA1 | MVS BA1 | MS BA2 | MVS BA2 | MS Total | MVS Total | Cm 0.1 | Qté de MV nécessaire système | Qté de MS néces système | |
| g/l | g/l | ml/l | ml/l | ml/g | g/l | g/l | g/l | ml/l | ml/g | kg | kg | g/l | g/l | g/l | g/l | kgDBO/kgMV | kgMV | kgMS | |
| 4,10 | 3,10 | 76% | 455 | 111 | 4,15 | 2,99 | 72% | 455 | 110 | 2050 | 1554 | 2075 | 1573 | 4125 | 3127 | 0,01 | 288 | 396 | |
| 4,00 | 3,10 | 78% | 450 | 113 | 4,05 | 2,92 | 72% | 450 | 111 | 2000 | 1516 | 2025 | 1535 | 4025 | 3051 | 0,04 | 1222 | 1685 | |
| 2018 | | | | | 2018 | | | | | 2018 | | 2018 | | 2018 | | 2018 | | | |
| Janvier | | | | | Janvier | | | | | Janvier | | Janvier | | Janvier | | Janvier | | | |
| 4,00 | 3,10 | 78% | 420 | 105 | 4,05 | 2,92 | 72% | 400 | 99 | 2000 | 1516 | 2025 | 1535 | 4025 | 3051 | 0,03 | 1068 | 1471 | |
| 4,05 | 3,12 | 77% | 420 | 104 | 4,07 | 2,94 | 72% | 400 | 98 | 2025 | 1535 | 2035 | 1543 | 4060 | 3077 | 0,02 | 845 | 1165 | |
| 4,10 | 3,14 | 77% | 420 | 102 | 4,09 | 2,96 | 72% | 400 | 98 | 2050 | 1554 | 2045 | 1550 | 4095 | 3104 | 0,03 | 930 | 1281 | |
| 4,15 | 3,16 | 76% | 420 | 101 | 4,11 | 2,98 | 73% | 400 | 97 | 2075 | 1573 | 2055 | 1558 | 4130 | 3130 | 0,05 | 1830 | 2522 | |
| 4,20 | 3,18 | 76% | 420 | 100 | 4,13 | 3,00 | 73% | 400 | 97 | 2100 | 1592 | 2065 | 1565 | 4165 | 3157 | 0,09 | 3005 | 4142 | |
| 4,25 | 3,20 | 75% | 420 | 99 | 4,15 | 3,02 | 73% | 400 | 96 | 2125 | 1611 | 2075 | 1573 | 4200 | 3184 | 0,05 | 1661 | 2289 | |
| 4,00 | 3,10 | 78% | 420 | 105 | 4,17 | 3,04 | 73% | 400 | 96 | 2000 | 1516 | 2085 | 1580 | 4085 | 3096 | 0,04 | 1246 | 1717 | |
| 4,05 | 3,12 | 77% | 420 | 104 | 4,19 | 3,06 | 73% | 400 | 95 | 2025 | 1535 | 2095 | 1588 | 4120 | 3123 | 0,03 | 1120 | 1544 | |
| 4,10 | 3,14 | 77% | 420 | 102 | 4,21 | 3,08 | 73% | 400 | 95 | 2050 | 1554 | 2105 | 1596 | 4155 | 3149 | 0,03 | 1015 | 1399 | |
| 4,15 | 3,16 | 76% | 420 | 101 | 4,23 | 3,10 | 73% | 400 | 95 | 2075 | 1573 | 2115 | 1603 | 4190 | 3176 | 0,03 | 1015 | 1399 | |
| 4,20 | 3,18 | 76% | 420 | 100 | 4,25 | 3,12 | 73% | 400 | 94 | 2100 | 1592 | 2125 | 1611 | 4225 | 3202 | 0,02 | 877 | 1209 | |
| 4,25 | 3,20 | 75% | 420 | 99 | 4,05 | 2,92 | 72% | 400 | 99 | 2125 | 1611 | 2025 | 1535 | 4150 | 3146 | 0,02 | 835 | 1151 | |
| 4,00 | 3,10 | 78% | 420 | 105 | 4,07 | 2,94 | 72% | 400 | 98 | 2000 | 1516 | 2035 | 1543 | 4035 | 3058 | 0,03 | 857 | 1182 | |
| 4,05 | 3,12 | 77% | 420 | 104 | 4,09 | 2,96 | 72% | 400 | 98 | 2025 | 1535 | 2045 | 1550 | 4070 | 3085 | 0,02 | 773 | 1066 | |
| 4,10 | 3,14 | 77% | 420 | 102 | 4,11 | 2,98 | 73% | 400 | 97 | 2050 | 1554 | 2055 | 1558 | 4105 | 3112 | 0,03 | 931 | 1284 | |
| 4,15 | 3,16 | 76% | 420 | 101 | 4,13 | 3,00 | 73% | 400 | 97 | 2075 | 1573 | 2065 | 1565 | 4140 | 3138 | 0,02 | 861 | 1187 | |
| 4,20 | 3,18 | 76% | 420 | 100 | 4,15 | 3,02 | 73% | 400 | 96 | 2100 | 1592 | 2075 | 1573 | 4175 | 3165 | 0,03 | 1080 | 1488 | |
| 4,25 | 3,20 | 75% | 420 | 99 | 4,17 | 3,04 | 73% | 400 | 96 | 2125 | 1611 | 2085 | 1580 | 4210 | 3191 | 0,02 | 759 | 1045 | |
| 4,00 | 3,10 | 78% | 420 | 105 | 4,19 | 3,06 | 73% | 400 | 95 | 2000 | 1516 | 2095 | 1588 | 4095 | 3104 | 0,03 | 1155 | 1591 | |
| 4,05 | 3,12 | 77% | 420 | 104 | 4,21 | 3,08 | 73% | 400 | 95 | 2025 | 1535 | 2105 | 1596 | 4130 | 3130 | 0,05 | 1723 | 2375 | |
| 4,10 | 3,14 | 77% | 420 | 102 | 4,23 | 3,10 | 73% | 400 | 95 | 2050 | 1554 | 2115 | 1603 | 4165 | 3157 | 0,03 | 1103 | 1520 | |
| 4,15 | 3,16 | 76% | 420 | 101 | 4,25 | 3,12 | 73% | 400 | 94 | 2075 | 1573 | 2125 | 1611 | 4200 | 3184 | 0,03 | 1099 | 1515 | |
| Février | | | | | Février | | | | | Février | | Février | | Février | | Février | | | |

Annexe 3: Exemple des tableaux de suivi pour la station de traitement des graisses et lixiviats

| | Cuve de stockage des graisses | | | | | | | Cuve d'hydrolyse : | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------|----------------------------|-----------------|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------|---------|---------|-------|--------|---------------------------|------|-----------|
| | | | | | | | | ANALYSES dites de ROUTINES | | | | | | RATIOS HYDROLYSE | | | | | | | |
| Fréquence : | A chaque dépotage | A chaque dépotage | A chaque dépotage | A chaque dépotage | A chaque dépotage | A chaque dépotage | Total / jrs | 1/jour | 1/jour | 2/sem | 2/sem | 2/sem | 2/sem | | | | | 1/jour | | | |
| Valeurs de référence : | | | | | | | | 6-6,5 | | | | | | | 1,7-2,2 | 2 -2,5 | | | | | <=430 l/j |
| DATE | pH | Conductivité µS | DCO g/l | MS g/l | NH ₄ mg/l | PO ₄ mg/l | Volume Dépoté m3 | pH | Conductivité µS | DCO g/l | MS g/l | NH ₄ mg/l | PO ₄ mg/l | DCO/DBO | DBO/MEH | DBO/MES | DBO/N | DBO/P | Volume transféré Carbofil | | |
| 11/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,37 | |
| 12/10/2018 | 7,30 | 1670,00 | | | | | | 7,26 | 1510,00 | | | | | | | | | | | 0,42 | |
| 13/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15/10/2018 | 7,49 | 1815,00 | 110,50 | | 2980,00 | | | 7,30 | 1925,00 | 101,00 | | 1280,00 | | | | | | | | 0,41 | |
| 16/10/2018 | 7,51 | 1736,00 | 133,00 | | 887,00 | 393,00 | 1,00 | 7,29 | 2010,00 | 118,00 | | 847,00 | 403,00 | | | | | | | 0,43 | |
| 17/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,42 | |
| 18/10/2018 | 7,52 | 1812,00 | 128,50 | | 2240,00 | | | 7,25 | 2123,00 | 126,00 | | 1670,00 | | | | | | | | 0,38 | |
| 19/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,37 | |
| 20/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,41 | |
| 23/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,41 | |
| 24/10/2018 | | | 113,00 | | 1580,00 | 738,00 | | | | 117,00 | | 742,00 | 355,00 | | | | | | | 0,40 | |
| 25/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| 26/10/2018 | | | 155,00 | | 1360,00 | | | | | 162,50 | | 1360,00 | | | | | | | | 0,00 | |
| 27/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| 28/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| 29/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| 30/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| 31/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| 01/11/2018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |

| | | | | | | | LIXIVIAT CET BORAO | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|--------------------|---------|--------|----------------------|----------------------|--------------------|---------|---------|---------|-------|-------|--------------------------------|------------|----------|----------------------|---|--|
| ANALYSES dites de ROUTINES | | | | | | | | | | | | | FLUX INJECTER DANS LE CARBOFIL | | | | | |
| Fréquence : | 1 x / jrs | 1 x / jrs | 3/sem | 2/sem | 3/sem | 2/sem | RATIOS HYDROLYSE | | | | | | 1/jour | | | | | |
| Valeurs de référence : | 6-6,5 | | | | | | 1,7-2,2 | | 2 - 2,5 | | | | | <=430 m3/J | | | | |
| DATE | pH | Conductivité µS | DCO g/l | MS g/l | NH ₄ mg/l | PO ₄ mg/l | DCO/DBO | DBO/DCO | DBO/MEH | DBO/MES | DBO/N | DBO/P | Volume transféré Carbofil | DBO5 Kg/J | DCO Kg/J | NH ₄ Kg/J | besoin en O ₂ pour le traitement | |
| 07/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 08/10/2018 | 8,51 | 6902,00 | 6,50 | | 520,00 | 40,70 | | 0,00 | | | | | 4,51 | 0,00 | 29,34 | 2,35 | | |
| 09/10/2018 | 8,57 | 6992,00 | 6,20 | 35,00 | 490,00 | 35,10 | | 0,00 | | | | | 5,22 | 0,00 | 32,36 | 2,56 | | |
| 10/10/2018 | 8,70 | 7020,00 | | | | | | | | | | | 5,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 11/10/2018 | 8,59 | 7150,00 | | | | | | | | | | | 5,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 12/10/2018 | 8,85 | 7020,00 | | | | | | | | | | | 5,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 13/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 14/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 15/10/2018 | 8,90 | 7254,00 | 6,28 | | 324,00 | | | 0,00 | | | | | 5,82 | 0,00 | 36,57 | 1,89 | | |
| 16/10/2018 | 9,02 | 7103,00 | 6,16 | 8,00 | 240,00 | 29,30 | | 0,00 | | | | | 6,01 | 0,00 | 37,02 | 1,44 | | |
| 17/10/2018 | | | | | | | | | | | | | 6,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 18/10/2018 | 8,99 | 7201,00 | 4,76 | 7,00 | 253,00 | | | 0,00 | | | | | 6,23 | 0,00 | 29,65 | 1,58 | | |
| 19/10/2018 | , | | | | | | | | | | | | 5,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 20/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 21/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 22/10/2018 | | | | | | | | | | | | | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 23/10/2018 | | | | | | | | | | | | | 0,74 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 24/10/2018 | | | 6,64 | 9,00 | 561,69 | 36,00 | | 0,00 | | | | | 1,20 | 0,00 | 7,97 | 0,67 | | |
| 25/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 26/10/2018 | | | 6,53 | 8,00 | | | | 0,00 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 27/10/2018 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |

| SUIVI DU CARBOFIL | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------|---------|-----------------------|-------|------------------------|----------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|---------|---------|----|
| ANALYSES dites de ROUTINES | | | | | | | | | | ANALYSES de CARACTERISATION DES EFFLUENTS2 -T2 - Effluent en sortie du Carbofil | | | | | | | | |
| 1 x / jrs | 1 x / jrs | 1 x / jrs | 1 x / jrs | 1 x / jrs | 2/sem | 2/sem | 2/sem | 1/mois | 2/sem | 2/sem | 1/ en 6 mois | 1/ en 6 mois | 1/ en 6 mois | 1/ en 6 mois | RATIOS HYDROLYSE | | | |
| 6-6,5 | 30-45 | >2 | >50 | | | 7,00 | | 3,50 | | | | | | | 1,7-2,2 | 2 - 2,5 | | |
| pH | T°C | O ₂ mg/l | Rédox mV | Conductivité µS | DCO g/l | MS g/l boues carbofil | IM | MVS g/l boues carbofil | NH ₄ mg/l | PO ₄ mg/l | MS mg/l | MVS mg/l | MES mg/l | DBO mg/l | DCO/DBO | DBO/MEH | DBO/MES | DB |
| 8,03 | 37,70 | 0,28 | 136,00 | 4214,00 | 11,80 | | | | 177,80 | 19,20 | | | | | | | | |
| 8,11 | 38,26 | 0,35 | 156,70 | 4230,00 | 9,47 | 13,00 | | | 257,00 | 25,80 | | | | | | | | |
| 8,05 | 37,50 | 0,82 | 170,00 | 4150,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8,18 | 37,90 | 0,21 | 110,00 | 4526,00 | 11,80 | 12,00 | | | 500,00 | | | | | | | | | |
| 8,20 | 38,50 | 0,45 | 90,00 | 4590,00 | 11,10 | 14,00 | | | 343,00 | 24,30 | | | | | | | | |
| 8,20 | 39,32 | 0,60 | 105,10 | 4802,00 | 7,25 | 14,00 | | | 385,00 | | | | | | | | | |
| 7,99 | 40,90 | 0,80 | 135,20 | 4350,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,98 | 40,85 | 0,85 | 121,00 | 4101,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7,90 | 40,70 | 0,75 | 97,00 | 4215,00 | 12,40 | 10,00 | | | 213,00 | 23,10 | | | | | | | | |
| | | | | | 12,80 | 12,00 | | | 124,00 | | | | | | | | | |

SUIVI EFFLUENT TRAITE - SORTIE DES LPR

| ANALYSES dites de ROUTINES | | | | | | ANALYSES de CARACTERISATION DES EFFLUENTS T2-T3 - Effluent | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------|---------|--------------------------|------------------------------|--|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 x / jrs | 1 x / jrs | 1 x / jrs | 2/sem | 2/sem | 1/mois | 2/sem | 1/15 jours | 2/ en 6 mois | 2/ en 6 mois | 2/ en 6 mois |
| pH | Conductivité µS | Rédox mV | DCO g/l | MS g/l boues carbofil | MVS g/l boues carbofil | NH ₄ mg/l | PO ₄ mg/l | MS mg/l | MVS mg/l | MES mg/l |
| 6-6,5 | | >50 | | 7,00 | 3,50 | | | | | |
| 6,97 | 3341,00 | 89,39 | | 8,00 | | | | | | |
| 7,40 | 2913,00 | 79,61 | | | | | | | | |
| 7,39 | 2950,00 | 95,00 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 7,32 | 3550,00 | 123,00 | 5,90 | | | 68,40 | 15,00 | | | |
| 7,55 | 3602,00 | 155,00 | 5,98 | 8,00 | | 116,00 | 15,20 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 7,48 | 3952,00 | 98,00 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 7,39 | 3910,00 | 62,30 | 5,90 | 9,00 | | 500,00 | | | | |
| 7,40 | 3850,00 | 80,00 | 6,03 | 11,00 | | 124,00 | 13,48 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 7,30 | 3960,00 | 52,47 | 6,48 | 7,00 | | 374,00 | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Annexe 4: Note de calcul

Le temps de séjour hydraulique correspond à la durée théorique du contact entre l'effluent et la biomasse. Il est calculé comme suit :

$$TSH = \frac{V}{Q}$$

Le taux d'abattement, ou rendement d'élimination, de la DCO par le Carbofil sur une période se base sur la totalité des flux de DCO entrant et sortant du réacteur pendant cette période.

$$R = \frac{\sum \text{flux DCO entrants} - \sum \text{flux DCO sortants}}{\sum \text{flux de DCO entrants}}$$

Qualifier la biodégradabilité des effluents :

$$\text{Qualifier la biodégradabilité} = \frac{DCO}{DBO}$$

Pour les lixiviats, on fait le rapport de la DBO sur la DCO.

$$\text{Qualifier la biodégradabilité} = \frac{DBO}{DCO}$$

Le flux est le produit du débit (Q) par la concentration (C) et s'exprime en kg/L.

$$\text{Flux} = Q \text{ de l'effluent} \times \text{Concentration de l'effluent}$$

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Diplôme(s): Mastère spécialisé

Spécialité Eau Potable et Assainissement

Auteur

Roura LAUFATTES

Année

2017/2018

Titre

Détermination des performances de la station de traitement des graisses et des lixiviats dans différentes conditions de fonctionnement.

Nombre de pages

texte 43p

annexes 4

Nombre de références bibliographiques 10

Structure d'accueil : Polynésienne des eaux de Bora Bora en Polynésie Française

Maître de stage : Moana PUUPUU

Résumé : Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'étude du fonctionnement de la station de traitement des graisses Bora Bora qui traite les effluents en milieu aérobie.

Elle est située en face du centre d'enfouissement technique. L'intérêt de l'avoir installé en ce lieu a été de vouloir traiter en même temps que les graisses, le lixiviat du CET.

La finalité du travail sera d'étudier les performances du procédé dans différentes conditions et de déterminer les conditions pour un fonctionnement optimal et pérenne de la station de traitement.

Cette étude se fera selon deux scénarii :

- Traitement des graisses
- Traitement des graisses et des lixiviats

Un ensemble de paramètres seront mesuré au cours de l'étude pour suivre la qualité physico-chimique de l'effluent.

Mots-clés

Graisses/ Lixiviat/Traitement aérobie/Mousse/hydrolyse